

**5- jährige Langzeiterfahrung (1995 – 2000) zur klinischen Anwendung des
CERVIX – SYSTEMS für armierte Komposit – Restaurationen
unter praxisrelevanten Bedingungen**

DISSERTATION

**zur Erlangung des akademischen Grades
doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)**

**vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Schiller-Universität Jena**

von
Dipl. Stomat. Cornelia Nowke
geboren am 13. Juni 1959 in Klingenthal

Gutachter 1. **Prof. Dr. Glockmann**

Gutachter 2. **Prof. Dr. Freesmeyer**

Gutachter 3. **Prof. Dr. Küpper**

Tag der öffentlichen Verteidigung: **03. Mai 2005**

INHALT SVERZEICHNIS

	Seite
1. Zusammenfassung	3
2. Einleitung	5
2.1 Problem - Präsenz im Schrifttum	7
2.1.1 Kavitätenklasse V als Herausforderung für die Zahnerhaltung	7
2.1.2 Sonderfall keilförmiger Defekt - Ätiologie und Verbreitung -	9
2.1.3 Wurzelkaries und atypische Defekte an zervikalen Oberflächen	12
2.1.4 Therapiemöglichkeiten unter Wahrung der Ästhetik - Komposit - Füllungen - Dentinhartvermittler - Glasionomerzement / Komposit - Mehrschichtfüllungen	19
2.1.5 Armierte Kompositfüllungen zur Therapieoptimierung - Cervix - Pin	30
3. Ziele der Arbeit	32
4. Material und Methode	33
4.1 Verwendete Materialien, Instrumente und Geräte	43
4.2 Charakterisierung des Patientengutes	45
4.2.1 Aufteilung nach Alter und Geschlecht	46
4.2.2 Aufteilung nach Indikationen - Kariöse Läsionen im zervikalen Bereich - Wurzelkaries - Keilförmige Defekte - Sonstige Applikationen (Eckenaufbau, Interimsversorgung)	50
4.2.3 Topographie der Cervix-Pins in den Indikationsgebieten	53

4.2.4 Beachtete Einflussfaktoren - Funktionelle Belastung	54
4.3 Methodisches Vorgehen am Patienten	55
4.4 Dokumentation der Füllungstherapie	57
4.4.1 Behandlungsprotokoll und Aufzeichnungen	57
4.4.2 Beurteilungskriterien für Haltbarkeit und Ästhetik	63
4.4.3 Fotodokumentation und Videoaufzeichnung	64
5. Ergebnisse	65
5.1 Der Bilddokumentation	70
5.2 Füllungstherapie unter Verwendung der Cervix - Pins (1995-2000)	82
6. Diskussion	87
7. Schlussfolgerungen	90
8. Literaturzitate im Text	92
9. Literatur bzw. Quellenverzeichnis	92
10. Anhang	102

1. Zusammenfassung

Wurzelkaries und keilförmige Defekte mit multikausaler Genese werden in der Bevölkerung immer häufiger beobachtet. Gründe hierfür sind das zunehmende Durchschnittsalter der Bevölkerung, die häufigere, jedoch falsche Durchführung der Mundhygiene, und der durch flächendeckende Kariesprophylaxe und Therapie längere Erhaltung der Zähne.

Der wachsende ästhetische Anspruch der Patienten führte zum Einsatz von zahnfarbenen Füllungsmaterialien (Glasionomerkementen, Kompositen, bzw. Keramikinlays). Komposite sind für die Versorgung von Klasse V Kavitäten, aufgrund ihrer ästhetischen Eigenschaften, das am häufigsten verwendete Füllungsmaterial. Entscheidend für den Therapieerfolg ist das Randschlussverhalten eines Materials an der Phasengrenze zur Zahnhartsubstanz. Einen entscheidenden Fortschritt brachte die Säure-Ätz-Technik. Durch die Säurekonditionierung des Schmelzes wird eine mikromechanische Verankerung des Kunststoffes an der Zahnhartsubstanz möglich.

Der Haftungsmechanismus zwischen Komposit und Dentin erweist sich als bedeutend problematischer. Gründe hierfür liegen in der Morphologie und chemischen Zusammensetzung des Dentins. Die nach der Schmelz-Ätz-Technik erzielte mikroretendierende Haftung wird nicht erreicht. Die alleinige Verwendung moderner Dentinhaftvermittler stellen noch keine sichere Retentionshilfe dar. Die Folgen können Spaltbildungen, Randverfärbungen, Sekundärkaries und schließlich Verlust der Füllung sein. Um eine Optimierung der Füllungstherapie bei Kavitäten der Klasse V zu gewährleisten, wurden von der Firma Brasseler Armierungsstifte, sogenannte Cervix - Pins entwickelt.

Bei den Cervix - Pins handelt es sich um kleine Titanstiftchen mit einem linsenförmigen Kopf. Die Stifte bestehen aus einem kostengünstigen und unlegierten Metall, das zu keiner Sensibilisierung führt und die mechanischen Merkmale der edelmetallfreien Legierung besitzt.

Zielstellung dieser Arbeit ist, Möglichkeiten, Grenzen und Perspektiven von Cervix-Pins bei der definitiven Versorgung von keilförmigen Defekten in Kombination mit dem Komposit Charisma zu testen.

Kann die Liegedauer mit einer Cervix-Pin armierten Füllung optimiert werden?

Wird durch die Benutzung der Pins eine bessere Randschlussdichte erreicht?

Wie stehen Kosten, Nutzen und Zeitanalyse zugunsten des Pin-Systems?

Bei dem Cervix-Pin-System werden mindestens 2 Stifte unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten in die entstandene Kavität inseriert. Die einzementierten Pins

erreichen über die plane, rechtwinklige Anordnung der Auflagefläche eine zusätzliche Fixierung und stellen bei optimaler Lokalisation eine Hilfe zur Stabilität der Füllungen dar. Weiterhin wird die Polymerisationsschrumpfung des Kunststoffes besser kompensiert.

Die vorliegende Arbeit basiert auf der Behandlung und der Nachkontrolle von 24 Patienten über einen Zeitraum von 5 Jahren. Die Patienten wurden nicht selektiert, sondern mussten bestimmte Kriterien aufweisen. In einer bzw. mehreren Sitzungen wurden 1 – 6 Zähne mit der gewählten Behandlungsmethode versorgt. Es wurden in 53 Zähnen (Frontzähnen, Eckzähnen und Prämolaren), jeweils 1 oder 2 Cervix - Pins in die Kavität verankert und anschließend mit einer Kompositfüllung (Charisma) versorgt.

Die Nachkontrollen erfolgten in regelmäßigen Abständen über einen Zeitraum von 5 Jahren. Mit Hilfe des Auges und teilweise unter Verwendung einer Lupenbrille konnten Verfärbungen der Füllungsråder bzw. der gesamten Füllung und die Oberflächenbeschaffenheit des verwendeten Materials erfasst werden. Mittels Häckensonde wurde an einem mesialen und distalen Messpunkt die Spaltbildung überprüft. Die Beurteilungskriterien sind subjektiv und sollten daher sowohl klinisch, als auch mittels einer mikroskopischen Methode beurteilt werden.

Bei der Abschlussuntersuchung im Jahr 2000 wurden an den insgesamt 53 mit Cervix-Pins und Charisma versorgten Zähnen 49 Spaltbildungen an den mesialen und distalen Messpunkten diagnostiziert. Jedoch konnte bei allen Spaltbildungen eine kariesfreie Unterlage sondiert und somit der Erhalt der Füllung gewährleistet werden.

Durch die Rauigkeit der Kompositfüllungen kam es an allen Zähnen zu Verfärbungen. Mit den durchgeführten therapeutischen Maßnahmen (finieren, polieren) wurden die sondierbaren Spalten minimiert und das ästhetische Bild der Füllungen verbessert.

Das Ergebnis dieser Arbeit bestätigt, dass der Einsatz von Kurzkopf-Pins die Therapie von ausgedehnten keilförmigen Defekten unterstützt. Es kam zu keinem Füllungsverlust.

Bei dem konsequenten Einsatz aller verfügbaren Haftungsmechanismen (Cervix-Pins und moderne Dentinhaftmittler) ist ein langfristiger Erfolg (keilförmiger Defekte mit lichthärtenden Kompositen zur Versorgung) möglich.

Diese Methode stellt eine anwenderfreundliche und vor allem eine langjährige und kostengünstige Alternative zur Versorgung von Klasse V Kavitäten dar.

2. Einleitung

Keilförmige Defekte mit multikausaler Genese werden in der Bevölkerung immer häufiger beobachtet. Daraus resultiert die gesteigerte Behandlungsnotwendigkeit dieser Defekte und die Verwendung von geeigneten Füllungsmaterialien auch im Sinne einer langfristigen Gewährleistung von zahnärztlichen Therapien. Die Pinretention einer cervicalen Kompositfüllung zeigt vor der Optimierung adhäsiver Therapievarianten Möglichkeiten, um große keilförmige Defekte ästhetisch langfristig zu versorgen.

Das Cervix-Pin-System stellt eine solche Perspektive dar und sollte als unterstützende qualitätsverbessernde Maßnahme in Verbindung mit Kompositen und Dentinadhäsiven verwendet werden.

Die Präparation der Zahnhartsubstanz sollte auf ein Minimum beschränkt und flach auslaufende Kompositränder vermieden werden. Stufenförmige und rechtwinklige Übergänge der dentinbegrenzten Kavitätenränder sind am günstigsten (Roth 1994).

Misserfolge durch Verlust von Füllungen werden durch Verarbeitungsfehler (zum Beispiel unzureichende Trockenlegung durch Verzicht auf Anlegen eines Kofferdams) unzureichende Lichthärtung (Luxzahl zu gering) provoziert und können auch durch die Verwendung des Cervix-Pin-Systems nicht kompensiert werden.

Erfolgt jedoch die Behandlung unter Einhaltung aller besprochenen Kriterien (*lege artis*), stellt diese Methode eine mögliche Therapiemaßnahme zur Versorgung ausgedehnter Klasse V Kavitäten dar.

Außerdem wird eine langlebige, ästhetisch befriedigende Versorgung mit einem vertretbaren Kosten und Zeitaufwand für Zahnarzt und Patient erreicht.

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass es sich bei der Armierung von Kavitäten der Klasse V mit dem Cervix-Pin-System um ein praktikables Stift-System handelt.

Bemerkenswert ist die relative schnelle Insertion der Stifte. Außerdem wird die zahnärztliche Füllungstherapie von Kavitäten der Klasse V aufgrund der besseren Retention für den Patienten zum Langzeiterfolg. Bei der Nachkontrolle nach 5 Jahren waren 100% der Füllungen akzeptabel.

Weiterhin wurde in dieser Untersuchung das Kosten - Nutzen - Verhältnis dieser Maßnahme analysiert und dargestellt. Aufgrund dieser Ergebnisse konnten diese zahnärztlichen Maßnahmen als realistisch für den Praxisalltag eingeordnet werden.

Keilförmige Defekte und andere Läsionen treten nach Beobachtungen verschiedener Autoren immer häufiger auf. Da die Zähne durch zunehmend greifende prophylaktische Maßnahmen länger erhalten bleiben, werden derartige Defekte noch weiter ansteigen und einen besonderen Stellenwert in der Alterszahnheilkunde einnehmen.

Die Versorgung von ausgedehnten Kavitäten der Klasse V, verursacht durch Erosionen, Putzdefekte, Bruxismus oder kariogene Läsionen wird als problematisch bezeichnet, weil die verwendeten Füllungsmaterialien immer wieder zu Misserfolgen führen (Martin und O'Rourke 1993, Seichter 1986, Fuks et al (1985).

Komposite sind für die Versorgung für Klasse V Kavitäten aufgrund ihrer guten ästhetischen Eigenschaften das am häufigsten verwendete Füllungsmaterial (Janda 1992).

Diese Komposite werden durch die Säure-Ätz-Technik an der Zahnhartsubstanz befestigt und erreichen optimale Haftung, wenn der Kavitätenrand vollständig im Zahnschmelz verankert ist. Ausgedehnte Kavitäten der Klasse V reichen häufig bis ins Dentin. Gelegte Füllungen haben ihren Schwachpunkt in der Haftung des Komposits am Dentin. Selbst retentive Präparationen des dentinalen Kavitätenrandes verbessern den Halt der Füllung nicht ausreichend. Durch die chemisch-strukturelle Zusammensetzung des Dentins bewirkt auch die Säure-Ätz-Technik keine sichere mikoretentive Verankerung von Kompositen. Auch moderne Dentinhaftvermittler führen nicht zu einer perfekten Dentinrandabdichtung. Die Retention dieser Restaurationen ist häufiger auf die Haftung am Schmelz begrenzt. Um eine Optimierung der Füllungstherapie im Sinne der Klasse V zu gewährleisten, wurden Armierungsstifte, sog. Cervix-Pins (Brasseler), entwickelt, die unter klinischen und ästhetischen Kriterien in Verbindung mit dem Komposit Charisma (Kulzer) bei den verschiedensten Kavitätenkonfigurationen getestet wurden. Diese Untersuchung sollte unabhängig von der Alterstruktur der Patienten durchgeführt werden. Die Patienten sollten nicht selektiert, sondern aus dem zahnärztlichen Praxisalltag einbezogen werden. Die Nachuntersuchungen erfolgten im jährlichen Recallverfahren über 5 Jahre, wobei auf die später definierten Kriterien näher eingegangen wird.

Mit Hilfe der bloßen Augen und teilweise unter Verwendung einer Lupenbrille können Verfärbungen der Füllungsråder bzw. der gesamten Füllung und die Oberflächenbeschaffenheit des verwendeten Materials diagnostiziert werden.

Die Beurteilungskriterien sind subjektiv und sollten daher sowohl klinisch, als auch mittels einer mikroskopischen Methode (REM) kontrolliert werden.

2.1 Problem – Präsens im Schrifttum

In der deutschen, sowie internationalen Literatur ist zwar vieles über diverse Füllungsmaterialien und Techniken berichtet worden, aber wenige wissenschaftliche Veröffentlichungen über sogenannte Armierungsverfahren durch parapulpäre Stifte bei Klasse V Kavitäten oder sonstige Befestigungstechnologien vorhanden. Es liegen Veröffentlichungen sowohl über klinische als auch werkstoffkundlichen Untersuchungen bei Zahneckenaufbauten (Klasse IV) bei unterschiedlichen Retentionsstiften vor (Roth 1994 und Neumeyer 1993).

2.1.1 Kavitätenklasse V als Herausforderung für die Zahnerhaltung

Die therapeutische Versorgung von Klasse V Kavitäten im sichtbaren Bereich stellt hohe Anforderungen an den Zahnarzt. Trotz ständiger Weiterentwicklungen von Füllungsmaterialien ist eine Versorgung immer noch problematisch, besonders wenn die Füllungsänder unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze lokalisiert sind. An dieser Stelle des Zahnes befindet sich Dentin oder Wurzelzement. Außerdem ist die Nähe der Pulpa ist zu beachten.

Neben der kausalen Therapie (z.B. Reduzierung von Frühkontakten und geeigneter Prophylaxemaßnahmen) müssen ausgedehnte cervikale Läsionen meistens restaurativ versorgt werden. Die Art der Versorgung (Füllung, Krone, Veneer) sowie das geeignete Füllungsmaterial ist abhängig von der Lokalisation und Ausdehnung der Kavität.

Für die Auswahl des Füllungsmaterials sind folgende Kriterien zu beachten:

- **Ausdehnung der Kavität**
- **Lokalisation der Kavität (Frontzahn / Seitenzahn)**
- **Mundhygiene, Ernährungsgewohnheiten und Mitarbeit des**

Patienten

- Ästhetische Forderungen des Patienten

- Kostenfaktor

Neben den geeigneten Füllungsmaterialien müssen bei ausgedehnten Läsionen Kronen oder Veneers in das Behandlungsspektrum einbezogen werden. Weiterhin spielt die Lokalisation der Defekte eine große Rolle. Im Seitenzahngebiet stehen die bewährten aber nicht zahnfarbenen Materialien, wie Amalgam, Stopfgold und die gegossenen Metalllegierungen zur Verfügung, wobei Amalgam in Deutschland für diese Indikation laut BGA nicht mehr empfohlen wird. Im Frontzahn- bzw. sichtbaren Bereich werden in solchen Fällen Komposite, Glasionomerzemente, Mehrschichtfüllungen Glasionomerzement-Komposite, adhäsiv befestigte Inlays aus Komposit und Keramik verwendet. Einen wichtigen Aspekt stellt die Mundhygiene des Patienten dar. Die Haltbarkeit einer jeden restaurativen Maßnahme ist abhängig von der Mitarbeit der Patienten. Prophylaktische Maßnahmen, wie regelmäßige professionelle Zahnreinigung einschließlich der Ernährungsberatung, dürfen nicht vernachlässigt werden. Weiterhin müssen auch die Bereitschaft seitens des Arztes und des Patienten für einen entsprechenden technischen, zeitlichen und finanziellen Aufwand gegeben sein.

Die erwähnten Materialien zeigen jedoch in der Praxis oft noch unbefriedigende Ergebnisse aufgrund der mangelnden Ästhetik bzw. Haltbarkeit sowie unzureichender Haftung am Dentin. Die bei der Schmelz-Ätz-Technik erzielte positive Eigenschaft der mikroretentiven Haftung kann nicht voll genutzt werden. Im Dentinbereich kommt es durch Polymerisationsschrumpfung des Komposits zur Bildung eines Randspaltes. Dieser kann bei okklusaler Belastung, z. B. Bruxismus vergrößert werden (Hansen 1986, Lee und Eakle 1984, Munksgaard und Assmussen 1984).

Als Alternative zur Lösung dieser Problematik dient der Einsatz von sogenannten Dentin-Haftvermittlern, die einen Verbund zwischen dem Dentin und der Kompositfüllung herstellen sollen. Jedoch haben verschiedene Untersuchungen gezeigt, dass diese Haftmittel alleine nicht ausreichen, um einer Kompensation der Schrumpfkkräfte entgegen zu wirken bzw. sie zu verhindern (Schmid et al., 1986).

Alternative Füllungsmaterialien zu den Kompositen, wie die Glasionomerzemente wurden von Mc Lean und Wilson (1974) entwickelt und auf dem Dentalmarkt neu eingeführt. Als nachteilig bei der Verwendung von Glasionomerzementen wirken jedoch Eigenschaften, wie z.B. mangelnde Abrasionsbeständigkeit, hohe Opazität und unzureichende Farbbeständigkeit. Auch diese Materialien brachten nicht die erhofften Ergebnisse und führten nicht zur Lösung dieser Problematik. Um eine Optimierung der zahnfarbenen Füllungsrestorationen zu erreichen, nutzte man die Vorteile der Glasionomerzemente und Komposite in der sogenannten Sandwich –Technik aus. Eine Glasionomerzementunterfüllung wird auf das Dentin appliziert und später mit einem Komposit abgedeckt. Auch diese Technik genügte nicht den Anforderungen der Randspaltproblematik, wie wissenschaftliche Veröffentlichungen z. B. von den Autoren Hänggi et al. (1990) bewiesen.

2.1.2 Sonderfall keilförmiger Defekt – Ätiologie und Verbreitung

Nach intensivem Studium der Fachliteratur gibt es noch keine definitiv einheitlich fundierte Theorie zur Ätiologie der keilförmigen Defekte. Alle wissenschaftlichen Studien weisen auf ein multifaktorielles Geschehen bei der Entstehung keilförmiger Defekte hin. Als mögliche Ursachen werden z. B. chronische Formen der Zahnhalskaries (Banting 1984), Substanzverlust durch das Zähneputzen (Hotz 1987, Asmussen 1983, Lutz 1980) oder durch überhöhte Druckbeanspruchung nach Stauchungs- und Biegeeffekten (Hickel 1992, Smales 1991, Charbeneau 1982, Mc Lean 1974) sowie Mischformen der verschiedenen Arten von Cervikalläsionen diskutiert (Engel 1987).

Erstmals wurde durch den Engländer Bell im Jahre 1835 das Phänomen des keilförmigen Defektes in der Fachliteratur beschrieben (Flynn 1979).

Interessant ist auch die Tatsache, dass erst nach Einführung der Zahnbürste und der entsprechenden Pflege- und Putzmittel vestibuläre Läsionen gehäuft beobachtet wurden.

Der keilförmige Defekt wird von Mierau (1987) als nicht kariöse, mulden-, kerb-, keil- oder rillenförmige Hartschubstanzverluste ausschließlich im Zahnwurzelbereich definiert (Völk et al. 1987). Weder genetische oder akut traumatische Einflüsse wirken an ihrer Entstehung mit. Nach Mierau (1984) lassen sich keilförmige Defekte pathogenethisch in 2 Abschnitte unterteilen. Der Autor spricht von einer Primärphase bzw. parodontalen Phase, die charakterisiert ist durch die Entstehung parodontaler Rezessionen (Gingivarezessionen).

Klinische Merkmale dieser Phase sind einzelnes, gruppiertes oder generalisiertes Vorhandensein von freiliegenden Wurzeloberflächen.

Die Gingiva ist entzündungsfrei, parodontale Taschen sind nicht vorhanden und eine Lockerung der entsprechenden Zähne liegt nicht vor.

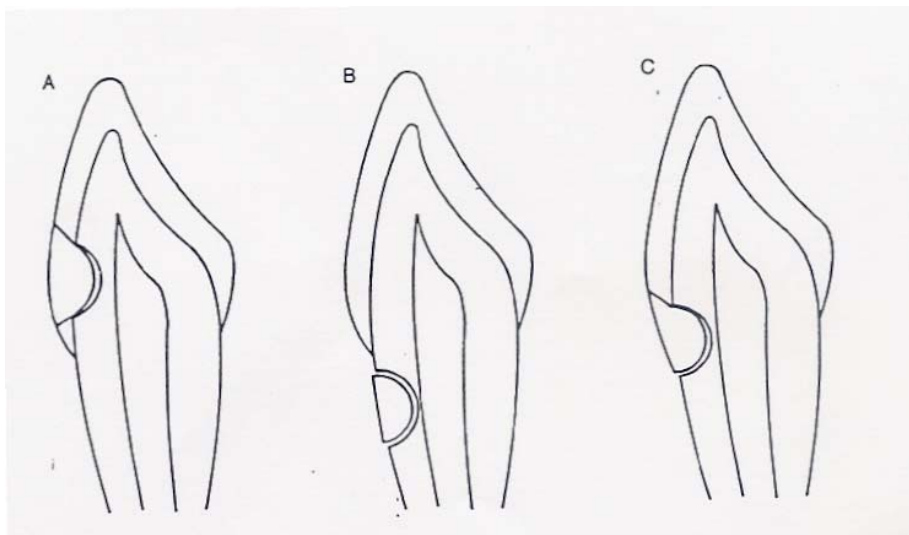
Die zweite Phase, sogenannte dentale Phase wird in Folge von "schrubbender" Bürstentechnik mit erhöhter Andruckkraft, was folglich zu Hartsubstanzverlusten führt, manifestiert. Das typische Aussehen keilförmiger Defekte zeigt sich in hochglanzpolierten Oberflächen. Im Gegensatz zu Mierau (1987) und Spindler (1984) teilen Buchmann und Klimm (1992) nicht die Auffassung, dass keilförmige Defekte als nicht kariöse Zahnhartsubstanzläsionen zu betrachten sind. Ihrer Meinung nach kann das Anhaften der plaqueähnlichen Mischflora und das Vorhandensein filamentöser Mikroorganismen in der Zervikalregion eine Defektgenese begünstigen. Mierau und Spindler (1984) stützen sich bei ihrer Definition der keilförmigen Defekte auf Untersuchungen, nach denen die Bürstkraft als Ursache für rezessive Veränderungen, sprich defekte Gingivarezessionen durch Bürstkraftmessungen und aufgewandte Bürsttechniken nachgewiesen werden konnten.

Ihre Studien basieren auf Auswertungen von vier Probandengruppen (80 Studenten) aufgeteilt nach:

- 1. Kontrollgruppe (ohne Befund)**
- 2. akute Bürstenläsionen**
- 3. Leitsymptom Gingivarezessionen**
- 4. Leitsymptom keilförmiger Defekt**

Bei allen Gruppen wurden die Bürstkraft und Bürstzeit gemessen, die angewandte Bürsttechnik beobachtet und dokumentiert. Diese Parameter wurden computermässig erfasst und statistisch ausgewertet. Die Autoren kamen eindeutig zu dem Ergebnis, dass die Bürstkraft eine wesentliche Voraussetzung für die Entstehung keilförmiger Defekte darstellt, während die Bürstzeit nur eine untergeordnete Rolle spielt. Große Bedeutung wird auch der Bürstmethode zugeordnet. Bei großer Bürstkraft (über 2 Newton) liegen die Borsten entgegengesetzt der Bürstrichtung, besonders beim sogenannten "Schrubben" und bilden muldenförmige Defekte aus.

Keil- bzw. kerbförmige Defekte entstehen hauptsächlich durch Konvexitäten, die sich bei "schrubbender" Bürstentechnik dem Bürstenfeld entgegenstellen, die Borsten ablenken und bündeln. Diese Konvexitäten sind bedingt durch Zahnform, Lage des klinischen Kronenäquators, Stellung der Zähne zueinander bzw. durch antagonistische Verhältnisse und individuellen Besonderheiten der Oberflächemorphologie der Mundhöhle.



- A: Komplette umgeben von Schmelzrändern
- B: Komplette umgeben von Dentin
- C: Teilweise umgeben von Schmelz und Dentin

Abbildung 1: Typische Lokalisation von Zahnhalskavitäten der Klasse V
nach Mierau (1992)

2.1.3 Wurzelkaries und atypische Defekte an zervikalen Oberflächen

Wurzelkaries wird in der Literatur als verfärbte Läsion beschrieben, die an der Schmelz-Zement-Grenze oder direkt im Wurzelbereich lokalisiert ist (Billings 1986). Meistens ist die Oberfläche erweicht und von Plaqueanlagerung bedeckt. Im Gegensatz zu säurebedingten Erosionen und den Abrasionen, bei denen die Patienten meistens mit zu hohem Kraftaufwand ihre Zähne putzen, lässt die Mundhygiene bei Patienten mit cervikaler Karies zu wünschen übrig. Als eindeutige Ursache der Entstehung von Wurzelkaries wurden erhöhte Plaqueanlagerungen nachgewiesen, die sich am freiliegenden Zahnhals- bzw. Wurzeloberfläche manifestieren.

Als Plaque fördernder Faktor erweist sich eine raue Oberfläche, die eine verstärkte Anhaftung von *Streptococcus mutans* und verschiedenen *Actinomyces*arten begünstigen.

Weiterhin können sich ungünstige topographische Verhältnisse (z.B. Bi- und Trifurkationen) negativ auf die Zahnreinigung auswirken und diese erschweren. Damit kommt es zur Penetration von Bakterien vom Zement in das Dentin. Aufgrund der besonderen Dentinstruktur dieser Region, das Dentin besitzt weniger Dentinkanälchen, deren Lumina auch enger sind (Nyvad 1986), wobei buccal und palatinal mehr Dentinkanälchen als approximal vorhanden sind, sowie der höheren Mineralisation des Wurzeldentins lokalisiert sich die Karies meistens nur oberflächlich und vergleichsweise selten in der Tiefe, welches gute Voraussetzungen für eine Remineralisation darstellen (Mellberg 1986).

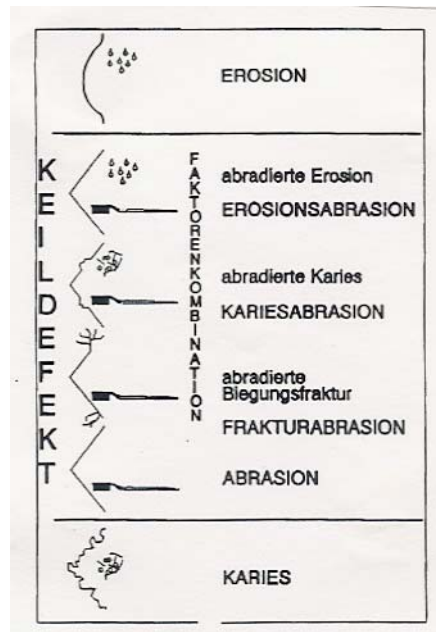


Abbildung 2

Zentrale Bedeutung des abrasiven Faktors in der multifaktoriellen Genese
des sogenannten Keildefektes nach Klimm und Graehn (1993)

Folgende Risikofaktoren, die zur Entstehung von Wurzelkaries führen, wurden in vielen Studien beschrieben:

1. mangelnde und falsche Mundhygiene
2. falsche Ernährung durch erhöhten Kohlehydratkonsum
3. Allgemeinerkrankungen (z. B. Diabetes)
4. reduzierter Speichelfluss (z. B. durch Einnahme von Medikamenten)
5. ungünstige anatomische Verhältnisse der Schmelz-Zementgrenze
6. mangelnde Pufferkapazität (ausreichende Neutralisation der Säuren nicht gewährleistet)
7. marginale Parodontopathien

Klinisch teilt Billings (1967) die Wurzelkaries folgendermaßen ein:

Grad 1: Verfärbung

Grad 2: Kavitation in Tiefe unter 0,5 mm

Grad 3: Kavitation über 0,5 mm

Grad 4: tiefe Läsion, die die Pulpa erreicht

Fejerskov (1991) gibt folgende Gruppierung an:

R 0: gesund

R 1: inaktive Läsionen (meist hart und ohne Plaque)

R 2: aktive Läsionen mit / ohne Oberflächenschaden
(muldenförmige glatte Kavitätenränder)

R 3: aktive Läsionen mit Kavitationen

Die Wurzelkaries ist am häufigsten im Unterkiefer an den Prämolaren zu finden, gefolgt von den Unterkiefer - Molaren, Oberkiefer - Frontzähnen und Oberkiefer-Molaren. Im Unterkiefer findet man die Wurzelkaries bevorzugt buccal, im Oberkiefer palatinal und bei den Frontzähnen vor allem approximal.

In verschiedenen epidemiologischen Studien konnte nachgewiesen werden, dass Wurzelkaries verstärkt bei älteren Menschen vorliegt, da einerseits immer mehr Zähne erhalten werden und andererseits die Zahl der älter werdenden Patienten zunimmt (Hickel 1992, Leinfelder 1992, Nyvad 1982).

Die Läsionen stellen sich dar als:

Aktive Läsion

- gelb - hellbraun

- weiche lederartige Oberfläche

- mit Plaque bedeckt

Inaktive Läsion

- dunkelbraun - schwarz

- harte Oberfläche

Vorrangiges Ziel eines jeden Zahnarztes sollte die frühzeitige Karies- und Parodontalprophylaxe sein, um rechtzeitig einem kariogenen Geschehen, sowohl im koronalen, wie im Wurzelbereich des Zahnes entgegen wirken zu können. Eine der wichtigsten Eckpfeiler der Zahnmedizin liegt in den umfangreichen Aufklärungen von Mundhygienemaßnahmen, denn letztlich hängt jede erfolgreiche Therapie von der Mitarbeit der Patienten ab.

Liegt bereits eine Wurzelkaries vor, richtet sich die eingeleitete Therapie nach dem Ausmaß der Läsion. Im Anfangsstadium einer Karies steht primär die Remineralisierung des Dentins im Vordergrund. Folgende Maßnahmen müssen eingeleitet werden:

1. Verbesserung der Mundhygiene (Aufklärung über die richtige Zahnbürste), Zahnbürstmethode (z. B. Bass-Methode), fluoridhaltige Zahnpasten, Verwendung von Zahnseiden
2. Durchführung von Speicheltests um die Speichelfließrate, Pufferkapazität, Lactobazillenzahl und Häufigkeit von *Streptococcus mutans* festzustellen (Engels und Nowke 1993).
3. Fluoridierungsmaßnahmen
4. Ernährungsgewohnheiten umstellen (Zuckerkonsum in Menge und Häufigkeit reduzieren)
5. regelmäßige professionelle Zahnreinigung und Aufnahme in einen Recallsystem

Lindhe und Nyman (1975) konnten durch konsequente Plaqueentfernung bei parodontal behandelten Patienten eine Wurzelkaries vollständig verhindern. Über positive Erfahrungen durch Auftragen von fluoridhaltigen Lacken bei 3-monatiger Nachsorge mit dem Ergebnis signifikant weniger Wurzelkaries und Remineralisierung von vorhandenen Läsionen, konnte auch Schaeken (1990) berichten.

Bei Läsionen mit geringer Kavitation empfehlen Billings (1986) und Banting (1984) lediglich das Ausschleifen des kariösen Defektes.

Andere Autoren dagegen bevorzugen die Methode des Belassens von erweichten Dentins, da es als Matrix für die Remineralisierung dient (Nyvad und Fejerskov 1982). Es können z. B. ungünstige Nischen, die der Patient schlecht reinigen kann, soweit wie unbedingt nötig beseitigt bzw. finiert werden. Ebenso selbstverständlich erweist sich die Maßnahme, überstehende Ränder von Kronen bzw. Füllungen zu korrigieren bzw. zu polieren, um Prädispositionsstellen für Plaqueanlagerungen zu beseitigen. Weiterhin sollte auf die bereits erwähnten Prophylaxemaßnahmen nicht verzichtet werden.

Sind die zervikalen Kavitäten jedoch von größerem Ausmaß, sind folgende Befunde zu erheben:

- 1. tiefere Defekte (größer als 0,5 mm)**
- 2. überempfindliche Zähne trotz durchgeführter Remineralisierungstherapie**
- 3. Sekundärkaries an bereits vorhandenen Füllungen**
- 4. ästhetische Probleme (z. B. schwarze Verfärbungen)**
- 5. aktive Läsionen, die nicht durch Remineralisierungsmaßnahme in inaktive Läsionen übergeführt werden können, ist eine entsprechende Füllungstherapie notwendig**

Welche Methode der Therapie letztendlich praktiziert und angewandt wird, bestimmt der Zahnarzt unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Kriterien und aus eigenen empirischen Erfahrungen.

Besonders auffällige atypische Läsionen sind Erosionen des Zahnschmelzes, die durch direkte Säureeinwirkung verursacht werden.

Hotz (1987) definierte Zahnerosionen als Verlust von Zahnhartsubstanz, verursacht durch einen chemischen Prozess ohne Beteiligung von Bakterien. In der Initialphase wird die Zahnoberfläche demineralisiert ohne klinisch sichtbare Parameter. Dieser Prozess vollzieht sich schmerzlos und ohne sichtbare Erweichung.

In der späteren Phase kommt es unter Einbeziehung des Dentins zu Schmerzsensationen bei Temperaturänderungen, zu Verfärbungen und schließlich zu irreversiblen Schädigungen der Pulpen. Als Ursachen werden folgende Punkte diskutiert:

- 1. Säurehaltige Nahrungsmittel und Getränke (Fruchtsäfte, Fruchtbonbons)**
- 2. Reflux, chronisches Erbrechen (Bulimie, Anorexia nervosa, Hiatus Hernie, etc.)**
- 3. Medikamenteneinwirkung**
- 4. Externe Säureeinwirkung durch Industrie bzw. Beruf**

Das klinische Bild initialer Erosionen zeigt sich durch Verlust der typischen Schmelzmorphologie, die Oberflächen werden absolut glatt und zeigen einen "matten Glanz". Häufigste Lokalisationen der Erosionen sind im Oberkiefer die Frontzähne und Prämolaren und im Unterkiefer die Eckzähne und die Prämolaren.

Erfolgt die Säureeinwirkung von außen, d.h. durch Ernährung oder berufsbedingte Ursachen, sind die Bukkalflächen der entsprechenden Zähne meist betroffen.

Durch Substanzverlust auf den Bukkalflächen wird die Schmelz-Dentin-Grenze im zervikalen Kronendrittel erreicht. Eine schmale Schmelzleiste entlang des Gingivarandes wird sichtbar.

Liegen die Ursachen im Reflux oder chronischen Erbrechen, also von oral zugeführten Säureeinwirkungen, sind hauptsächlich die okklusalen und palatinalen Flächen der Oberkieferzähne in Mitleidenschaft gezogen. Primär finden wir einen Substanzverlust auf den Höckerspitzen zervikal bleibt auch bei diesen Ursachen eine Schmelzzone intakt.

Bei dieser besonderen Form der Schmelzläsionen empfiehlt sich eine sorgfältige anamnestische Erhebung (z. B. Medikamenteneinnahme) um die Ursachen abzuklären und somit gezielte therapeutische Schritte einzuleiten.

Weiterhin sollte, wie bereits erwähnt, auch die Speicheldiagnostik (Engels und Nowke 1993) herangezogen werden. Andere Autoren sehen Beziehungen zwischen Speichel und Erosionsgeschehen (Wöltgens et al. 1985). Auch Hotz (1987) konnte nachweisen, dass Erosionspatienten einen sehr geringen Ruhespeichel aufweisen, verbunden mit einer erhöhten Glukose-Clearance-Zeit mit verringerter Pufferkapazität. Anhand der anamnestisch

erworbenen Erkenntnisse über die Ursachen der Schmelzerosionen der Patienten sollten die entsprechenden prophylaktischen und therapeutischen Maßnahmen eingeleitet werden.

Bei Patienten mit ernährungsbedingten Erosionen empfiehlt sich eine Verringerung ihres Säurekonsums auf ein Minimum. Durch Mundspülungen (Wasser, Fluoridlösungen, Bikarbonate) nach Säurekonsum kann, wie auch bei Patienten mit Reflux oder chronischem Erbrechen, eine Neutralisation erreicht werden. Ebenso sind bei Patienten mit niedriger Speichelfließrate und Pufferkapazität Mundspülungen indiziert.

Als besonders wichtig erweist sich die richtige Putztechnik (Bürstdruck und Bürsttechnik) um die Bildung von keilförmigen Defekten zu vermeiden. Auf Zahnpasten mit niedrigem pH-Wert und mit hohem RDA - Index muss verzichtet werden.

Als Mittel der Wahl erweist sich die häufige Applikation von niedrig konzentrierten fluoridhaltigen Präparaten, wie Zahnpasten und Mundspülungen.

Das therapeutische Spektrum bei erosionsgeschädigten Zähnen erstreckt sich von der einfachen Oberflächenversiegelung bis zur Überkronung wenn die Läsionen bereits zur völligen Zerstörung der okklusalen Morphologie geführt haben.

Als Ursache für die Entstehung von keilförmigen Defekten wird auch eine überhöhte Druckbeanspruchung mit Stauchungs- und Biegeeffekten im Zahnhalsbereich diskutiert (Ott und Pröschel 1985). In einem Experiment konnten an vier von acht frisch extrahierten Prämolaren, durch eine 72 stündige intermittierende Belastung, Defekte im Zahnhalsbereich erzeugt werden. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (RMA) bewiesen Zahnhartsubstanzdefekte sowohl an den buccalen Zahnflächen als auch parallel zur Okklusalfäche.

Von 107 untersuchten Studenten zeigten sich bei 70 ausgebildete keilförmige Defekte oder solche im Initialstadium. 43 % befanden sich an den ersten Prämolaren gefolgt von den zweiten Prämolaren und ersten Molaren. Im Oberkiefer waren die ersten Prämolaren und ersten Molaren und im Unterkiefer die zweiten Prämolaren gefolgt von den ersten Molaren von den Substanzdefekten betroffen. Alle Zähne zeigten vestibuläre Schmelzläsionen ohne Dentinschädigungen.

Eine falsche Zahnputztechnik führt im Laufe der Jahre zur Vertiefung der Erosionen und zur Glättung der Defekte. Experimentelle Ergebnisse lassen vermuten, dass infolge hoher und exzentrischer Belastung die Zahnhartsubstanz gestaucht und dynamische Biegebeanspruchung ausgesetzt wird (Sidler 1982 und Flynn 1979).

Andere Autoren zeigten, dass Parafunktionen, wie z.B. Bruxismus, Zahnhalsdefekte verursachen und auch das Randverhalten von Zahnhalsfüllungen beeinflussen können (Meyer et al. 1992). An Hand von 54 (mit und ohne Zahnhalsfüllungen) extrahierten Prämolaren untersuchten sie die Zusammenhänge zwischen extra-axialen okklusalen Kräften und einer Mikrobiegung der Zähne, sowie das Randspaltverhalten im Schmelz und im Dentin der unterschiedlichen Füllungsmaterialien. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass es bei allen verwendeten Füllungsmaterialien (Komposite, Glasionomerezemente, Amalgame und Goldfolien) zur qualitativen Verschlechterung der Füllungsråder auf Grund extra-axialer Belastung kam. Unterschiede beobachteten sie im Dentin-Schmelzbereich. Dentin widersteht durch höhere Elastizität stärkeren Deformationen als Schmelz. An den füllungsfreien Prämolaren zeigten sich Schmelzrisse.

In-vivo-Untersuchungen von Quist (1983) zeigen die exponierte Stellung von Zahnhalsfüllungen gegenüber starken Kaukräften und Auswirkungen auf das Randschlussverhalten von Zahnhalsfüllungen aus Kompositfüllungen.

Eindeutige Zusammenhänge zwischen Biegebelastung und Verlust, von Zahnhalsfüllungen wenn extra-axiale Kräfte über Zugspannung das Randverhalten negativ beeinflussen, konnten nachgewiesen werden (Heymann et al.1991).

2.1.4 Therapiemöglichkeiten unter Wahrung der Ästhetik

Wie bereits in den vorhergehenden Kapiteln berichtet wurde, treten Zahnhalsdefekte im koronalen Bereich vorwiegend vestibulär an der Schmelz-Zementgrenze auf. Die Restauration solcher Defekte stellt die Zahnärzte weiterhin vor Probleme, denn es ist nicht möglich, die anatomische Situation in dieser Problemzone genau zu rekonstruieren.

Erwähnenswert sind nach Roulet (1986) folgende Gesichtspunkte:

1. Die Gestaltung der Kavität, die bei einer mechanischen Präparation stets pulpennah verläuft, kann versehentlich akzidentell zur Eröffnung der Pulpa führen..
2. Aufgrund der gingivanahen Lokalisation dieser Füllungen ergeben sich durch das Vorhandensein von Sulcusfluid Schwierigkeiten bei der Trockenlegung. Weiterhin kann eintretender Speichel durch den Interdentalraum, speziell im Unterkiefer, eine Trockenlegung erschweren.

3. Das Anlegen eines Kofferdamms bei Klasse V Füllungen bereitet durch die Nähe des Gingivalsaumes meistens Schwierigkeiten.
4. Zur Zahnhartsubstanz sollen die Füllungen, um Plaqueretentionen zu vermeiden, im Sinne einer Gingivaphylaxe glatte Übergänge aufweisen.
5. Weiterhin können durch Kau- und Fehlbelastungen Zähne im Mikrobereich deformiert werden (Körber 1962), woraus sich negative Folgen auf die Liegedauer einer Füllung ergeben können.

Bis in die jüngere Vergangenheit gilt die optimale Therapie bei der Versorgung der Klasse V Kavitäten als problematisch und im Bereich des Füllungsrandes, im Bereich des Dentins als überwiegend ungelöst (Hahn et al. 1993, Böhm et al. 1993, Klimm und Graehn 1993, Haller 1992, Hickel 1992, , Mierau 1992, Meyer et al. 1992, Kullmann und Dasch 1991, Hänggi et al. 1990, Roulet 1986), da alle heutigen verfügbaren Füllungsmaterialien für dieses Indikationsgebiet nicht ohne Einschränkungen anwendbar sind.

Ist eine Füllungstherapie indiziert, sollte das Zahnsubstanzopfer so gering wie möglich gestaltet werden. Deshalb beginnt Hand et al. (1986) erst mit einer symptomatischen Therapie, wenn wenigstens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- 1. Tiefe des Defektes kann zur Kronenfraktur führen**
- 2. Das Wurzelentin ist hypersensibel**
- 3. Die Freilegung der Pulpa ist möglich**
- 4. Die Lokalisation des Defektes stört die Konstruktion einer abnehmbaren Prothese**

Ist der keilförmige Defekt hinsichtlich seiner Größe soweit ausgedehnt, dass eine Füllungstherapie notwendig ist, kann dies aus Gründen einer ausreichenden Retention (Dentinbegrenzung) zu einem mehr oder minder großen Verlust an Zahnhartsubstanz führen. Immer sollte durch eine defektbezogene Präparation, auch bei flachen Zahnhalsläsionen, das Hartsubstanzopfer minimiert werden.

Die von Klimm und Grähn (1993) beschriebene Vorgehensweise stellt die Sandwichtechnik unter der Verwendung von Kompositen neben den Glasionomer-Zement-Füllungen und adhäsiven Inlays aus Kompositen oder Keramik zur Diskussion. Sie stellt eine verbreitete Behandlungsform unter Wahrung der Ästhetik dar.

Zur Zeit stehen zur Lösung dieser Probleme unter anderem folgende Materialien zur Verfügung:

- 1. Komposite**
- 2. Komposit -Glasionomer-Zemente (Sandwich)**
- 3. Glasionomer-Zemente**
- 4. Keramische Füllungen (Cerec, Empress, etc.)**

Als Füllungswerkstoffe, die einerseits ästhetischen Ansprüchen genügen und eine substanzschonende Präparation erlauben, eignen sich obig genannten Punkte 1 – 4 (Kullmann 1991, Haller et al. 1987, Hand 1986, Roulet 1986, Lutz et al. 1980).

Komposit - Füllungen

Komposite sind Materialien, die aus einer organischen Matrix und anorganischen Füllstoffen mit einer Verbundphase bestehen.

Moderne Komposite sind lichthärtende Feinpartikel-Hybridkomposite und zeichnen sich durch ihre Ästhetik, gute Polierbarkeit, geringe Schrumpfung und gute physikalischen Eigenschaften aus. Die Möglichkeit der Schichtung von verschiedenen Farben erlaubt eine individuellen Charakterisierung der Füllung und damit ein gutes ästhetisches Resultat (Hickel 1989).

Entscheidend für den Therapieerfolg ist das Randschlussverhalten eines Materials an der Phasengrenze zur Zahnhartsubstanz. Einen entscheidenden Fortschritt brachte die Säure-Ätz-Technik, bei der es durch Anwendung von Säure zu einer zottigen Schmelzkonditionierung kommt. Somit wird eine mikromechanische Verankerung der Kunststoffe mit der Zahnhartsubstanz möglich (Seichter 1980).

Es gibt zahlreiche Komposite auf dem deutschen Dentalmarkt, deren qualitative Eigenschaften und Bestandteile nicht Inhalt der Diskussion dieser Arbeit sein sollen. Kompositfüllungen sind zu empfehlen, wenn die Kavität zirkulär vom Schmelz begrenzt wird und somit die Adhäsivtechnik (Säure-Ätz-Technik) angewendet werden kann. Speziell soll auf das Komposit Charisma der Firma Kulzer (Unternehmen der Heraeus Gruppe) eingegangen werden, da dieses Komposit für die vorliegende Arbeit verwendet wurde. Charisma ist ein lichthärtendes Universal-Mikroglas-Komposit für Zahnfüllungen mit hoher Belastbarkeit, Antagonistenfreundlichkeit, exzellenter Farbanpassung und guter Polierbarkeit (Hochglanzpolitur). Dieses Füllungsmaterial wurde anfangs 9 Monate an der Universität Alabama, Birmingham, USA unter der Leitung von Leinfelder klinisch getestet. Sein Urteil lautet: "Zweifelsohne ist Charisma das technisch Mögliche eines ästhetischen Füllungsmaterials (Komposit). Man kann Charisma mit Überzeugung als Seitenzahn-Komposit empfehlen und es gibt keinen Zweifel, dass es ein außergewöhnlich gutes Frontzahn Komposit ist".

Das positive Resümee basiert auf einer Reihe kombinierter Testserien unter extremen Bedingungen. Charisma wurde 1,2 Millionen Kauzyklen und 5000 Thermolastwechsel (5-55 Grad Celsius) ausgesetzt. Bei einem Langzeitversuch (240 Stunden in einem 70 %igen Alkoholbad und einer intervallmäßigen Zahnbürstenbehandlung) bestätigte sich die erwartete Abrasionsbeständigkeit. In einer Studie eines namhaften amerikanischen Testinstituts (Leinfelder 1992) über aktuelle Kompositfüllungsmaterialien erreichte Charisma aufgrund seiner hervorragenden Ergebnisse den ersten Platz.

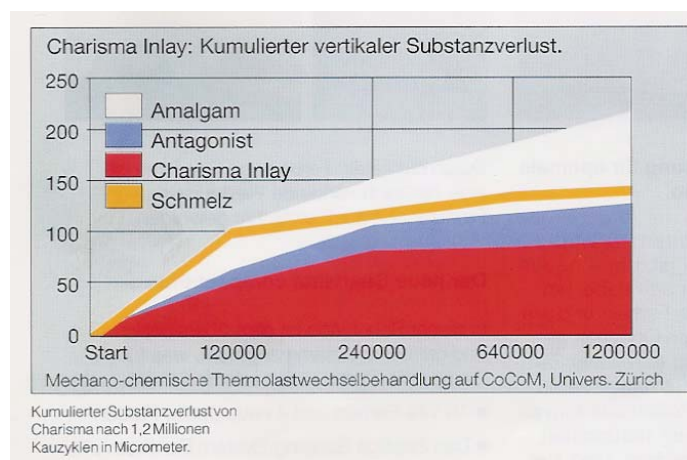


Abbildung. 3: Substanzverlust von Schmelz und verschiedenen Füllungsmaterialien
(Prospekt Kulzer)

Die Vorbereitung der Kavität erfolgt durch Zahnreinigung mit einer fluoridfreien Reinigungspaste, die Schmelzränder werden mittels diamantierten Finierers angeschrägt. Je nach Tiefe der Präparation, empfiehlt sich zum Schutz der Pulpa, eine dünne Schicht Calcium-Hydroxid (z.B. Dycal) aufzutragen und eine aufbauende Unterfüllung aus Glasionomerzement zu legen. Zum Schutz der Nachbarzähne sollten Strips oder Matrizen mit Holzkeilen oder nichtreflektierenden Keilen benutzt werden. Danach erfolgt das Anätzen der Schmelzränder mit Ätzelgel (Esticid-Gel).

Durch die Anätzung der Schmelzränder werden chemische aktive Gruppen freigelegt und das notwendige Mikrorelief für eine bessere Haftung und Optimierung des Komposits geschaffen. Die Durchführung erfolgt entsprechend der Herstellerangaben.

Kompositfüllungen haben sich in der Praxis bewährt, zeigen aber auch weiterhin durch Polymerisationsschrumpfung stets Randspalten (siehe Abbildung 4 und 5).

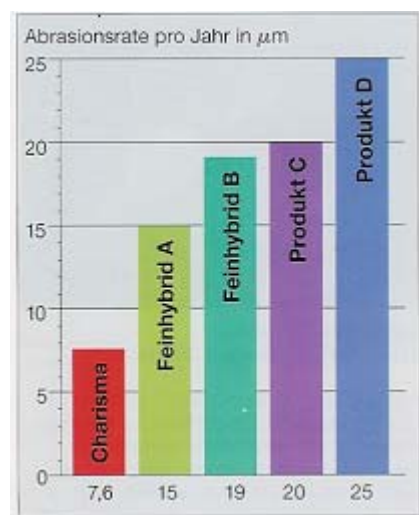


Abbildung 4: Jährliche Verschleißrate von Composite nach Leinfelder (1992)



Abbildung 5: Verschleißrate von Charisma im Verlauf der 2-Jahres-Klinik nach Leinfelder (1992)

Dentinhaftvermittler

Vanherle (1991) zeigt in einer klinischen Studie an 450 Zähnen, dass Dentinadhäsive allein für die Haftung einer Kompositfüllung nicht ausreichen. Ein Anschrägen und Anätzen des Schmelzes sind unbedingt erforderlich.

Der Haftmechanismus zwischen Komposit und Dentin erweist sich als bedeutend problematischer (Krejci et al. 1993, Janda 1992, Yu et al. 1992, Jung 1955). Gründe hierfür liegen in der morphologischen und chemischen Zusammensetzung des Dentins (Janda 1992). Es besteht aus 45 Vol. % mineralisierter Hartschubstanz, 30 Vol% organischer Matrix (Kollagenfasern) und 25 Vol% extra- und intratubulären Dentinliquor. Dentin ist heterogen aufgebaut. Die mineralischen Bestandteile bilden beim Ätzprozess kein ausreichendes mikroretentives Muster aus (Janda 1992, Brännström und Johnson 1974). Die bei der Schmelz-Ätz-Technik erzielten Voraussetzungen für eine mikroretendierende Haftung kann nicht genutzt werden. Die grundsätzlichen Möglichkeiten der Dentinhaftung sind:

- chemische Reaktion mit dem anorganischen Anteil des Dentins
- chemische Reaktion mit dem organischen Anteil des Dentins (Kollagenfasern)
- mechanische Retention in den Dentintubuli (Beech 1985).

Um dieses Problem zu lösen, wurden seit vielen Jahren sogenannte Dentinadhäsive [Dentinhaftvermittler oder dentin bonding agent (DBA)] eingesetzt und weiterentwickelt. Kulzer entwickelte einen Dentinhaftvermittler, das Denthese II, um die Haftung zu erhöhen. Zum Dentin-Schmelzadhäsive Denthese II gehören der Dentin-Haftvermittler Denthese A und B und der Versiegler Adhesive bond II. Eine Dentinhaftvermittlung kann nur gewährleistet werden, wenn beide Komponenten des Systems verwendet werden. Denthese II A und B wird auf das Dentin aufgetragen und 30 Sekunden verrieben, um eine sogenannte Hybridschicht aufzubauen, die zu einem funktionellen Verschluss der Dentintubuli führt. Das spätere Auftragen des Adhäsive - Bond II führt zur Polymerisation des Hybridlayers.

Denthese II ist frei von Glutaraldehyd. In verschiedenen Tests wurde die Wirksamkeit von Denthese II intensiv geprüft.

Die Ergebnisse zeigten, dass die absolute Scherfestigkeit auch von der Festigkeit des Dentins abhängt. Begründet wird diese These dadurch, dass Brüche sich im Dentin oder Komposit

darstellen und nicht mehr hauptsächlich im Interface. Die Creighton Universität in Omaha, (Nebraska, USA) erzielte beim erstmaligen Einsatz beim Denthesive II bereits in der ersten Messreihe ein Ergebnis mit 50 %igen kohäsiven Brüchen. (siehe Abbildungen Nr. 6 und 7)

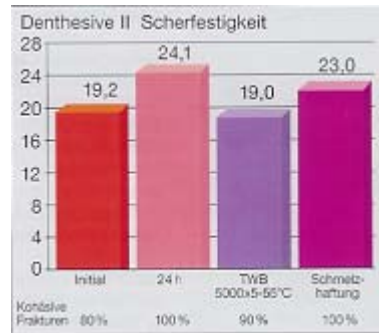


Abbildung 6: Denthesive II Haftfestigkeiten am Dentin in Mpa.

Messung: Barkmeier (1992)



Abbildung 7: 50 % kohäsive Frakturen im Dentin bei Erstanwendung von Denthesive II

Messung: Barkmeier (1992)

Die Universität Zürich führte In – vitro - Untersuchungen an Klasse V Restaurationen bei einem Dentinliquordruck von 24 cm³ H₂O und einer Belastung von 1,2 Millionen Kauzyklen und 3000 Thermoschocks durch. Die rasterelektronische quantitative Analyse zeigte folgende Ergebnisse:

96,0 % initial perfekter Randschluss

81,4 % perfekter Randschluss nach Belastung.

Trotz dieser hervorragenden Ergebnisse zeigen klinische Erfahrungen vieler Autoren, wie z.B. Vanherle (1991), dass die alleinige Verwendung von Dentinhaftvermittlern keine entscheidende Retentionshilfe darstellt.

Das spätere Auftragen der Adhesive bond II führt zur Polymerisation des Hybridlayers.

Roth (1994) kam ebenfalls zu dem Ergebnis, dass verwendete Dentinadhäsive keine ausreichende Adhäsion zum Dentin erreichen. Durch in vitro durchgeführte Abrissversuche (u. a. 3000 und 6000 Thermozyklen) prüfte er an Klasse V Kavitäten von Rinderzähnen unter Verwendung von Dentinadhäsiv und dem Komposit Charisma das Randspaltverhalten und die Kompositfrakturen im apikalen Bereich des Überganges der Kompositfüllung zum Dentin.

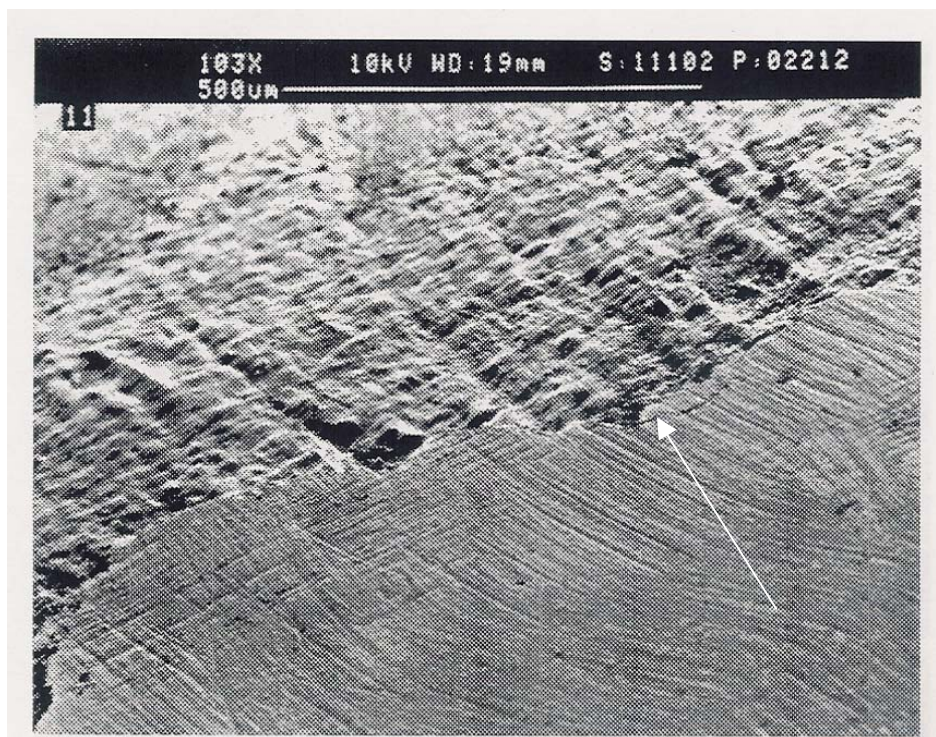


Abbildung 8: Charisma und Dentinadhäsive ohne zusätzliche Pinretention. Die Aufnahme zeigt einen Ausschnitt des apikalen Kavitätenrandes ohne Temperaturbelastung. Die Randverhältnisse scheinen optimal, trotzdem sind Mikrofrakturen des dünn auslaufenden Kompositrandes bereits sichtbar (Roth 1994).

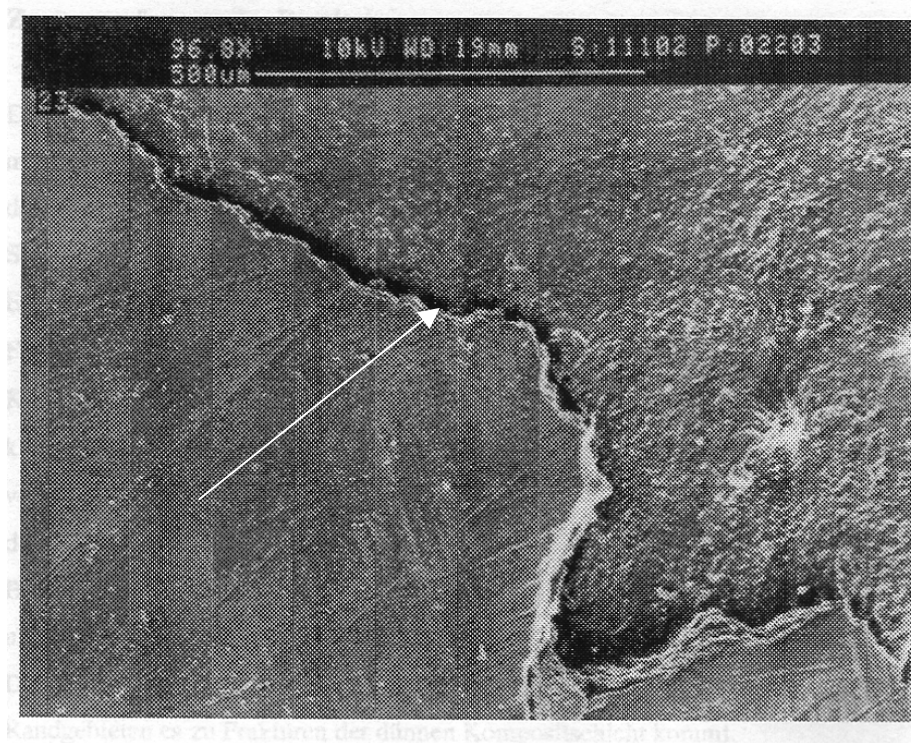


Abbildung 9: Charisma und Dentinadhäsive ohne zusätzliche Pinretention. Nach 3000 Temperaturwechselbelastungen sind der Randspalt und die Kompositfrakturen im apikalen Bereich des Überganges der Kompositfüllung zum Dentin stark ausgeprägt (Roth 1994).

Der Erfolg einer jeden Kompositfüllung in Kombination mit Dentinadhäsiven hinsichtlich Haftung und Randschlussverhalten ist von vielen Faktoren abhängig (Hickel 1994).

Folgende Abhängigkeiten sind gegeben:

1. KAVITÄT:

- **Kavitätenform**
- **Kavitätengröße (teilweise/ohne Schmelzbegrenzung)**
- **Dentinbeschaffenheit**
- **Präparationsart**
- **Dentinvorbehandlungen**

2. DENTINADHÄSIV:

- Art der Aushärtung und Aushärtbarkeit des dentin bonding agent
- Zeit für Ausbildung und Stabilisierung der Haftung zum Dentin
- chemische und mechanische Haftkomponenten, "Entanglement"
- Verbundkraft des dentin bonding agent
- Dicke der Bondschicht / Elastizitätsmodul

3. FÜLLUNGSMATERIAL

- Kompatibilität der organischen Matrix des Komposit zum dentin bonding agent
- Applikationsart der Komposite
- Aushärtungsart der Komposite (bzw. des Befestigungskomposits bei Inlays)
- Vorspannung im Restaurationssystem
- Dimensionsstabilität der Restauration nach mechanische Belastung (Verbiegung)
- thermische Expansion

4. BEHANDLER:

- Ausarbeitung und Politur
- Erfahrungen

Glasionomerzement / Komposit - Mehrschichtfüllungen

Ein Glasionomerzement entsteht bei der Reaktion der Glaskomponente (Pulver SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 , Na_3AlF_6 , AlF_3 , AlPO_4) mit polymeren Karbonsäuren (z.B. Acrylsäure, Itakonsäure / Maleinsäure).

Bei der Reaktion werden Glaskomponenten herausgelöst. Sie vernetzen die polymeren Karbonsäuren zu einem Gitterwerk, in das überschüssige Glasbestandteile eingeflochten sind. Letztere wirken als Füllstoff und verstärken die Matrix (Kullmann 1990).

Im ausgehärteten Zustand liegt der Wassergehalt bei rund 20 % im Vergleich zum Dentin bei etwa 10% Gewichtsprozente. Die Vorteile der Glasionomerzemente liegen in seiner guten Dentinhaftung und der relativ geringen Schrumpfung. Mit ihnen können Klasse V Kavitäten zufriedenstellend versorgt werden (Hotz 1987, Phillips 1982, Lutz et al. 1980, Mc Lean und Wilson 1974).

Einer der Vorzüge der Glasionomerzemente ist in der Fluoridabgabe zu sehen (Vorbeugen von Sekundärkaries). Ihr thermisches Expansionsverhalten ist gering. Nachteile sind mangelnde Abrasionsbeständigkeit, hohe Opazität, Oberflächenrauigkeit und unzureichende Farbbeständigkeit (Asmussen 1983, Sidler 1982, Castagnola und Wirz 1980, Hotz 1980, Flynn 1979, Charbeneau und Bozell 1979, Smales 1978, Mc. Lean und Wilson 1974).

Glasionomerzemente werden für Kavitäten empfohlen, die nicht vollständig vom Schmelz begrenzt sind. Die Kavitätenpräparation sollte rechtwinklig zur Oberfläche gestaltet werden (sogenannte Buttjoint). Dünn auslaufende Federränder (Gefahr von Randausbrüchen) sind zu vermeiden, da Glasionomerzemente eine der geringere mechanische Festigkeit im Vergleich zu den Kompositen aufweisen (Hansen 1982).

Um eine Optimierung der zahnfarbenen Restauration zu erreichen, entstand die Idee, die Vorteile von Kompositen (bessere mechanische Eigenschaften und Ästhetik) und von Glasionomerzementen (Fluoridabgabe und Dentinhaftung) zu kombinieren. Darauf beruht das sogenannte Sandwichverfahren. Entsprechend den Eigenschaften wird bei dieser Methode die Glasionomerzementunterfüllung auf das Dentin appliziert und später mit einem Komposit überdeckt. Dabei wird ein Verbund zwischen Dentin und Komposit geschaffen und gleichzeitig die Polymerisationsschrumpfung der Komposite reduziert. Manche Autoren, wie z.B. Smith (1986) sind für die Anätzung der Glasionomerzemente mit 37 % Phosphorsäure, um ein sogenanntes mikroretentives Muster zu schaffen, das zur verbesserten Haftung zwischen Kompositen und Glasionomerzementen führen soll. Meyer et al. (1992) hingegen verzichteten bei ihren Untersuchungen auf das Anätzen, um Craquelierungen im Glasionomerzement zu vermeiden. Andere Autoren beschreiben das Anrauen der Glasionomerzementoberfläche mittels diamantierten Schleifer als ausreichend, um die Haftkräfte zwischen Glasionomerzementen und Kompositen zu erhöhen.

Aufgrund der höheren Schrumpfkraften bei der Polymerisation der Komposite gegenüber den Haftkräften von Glasionomerzementen entstanden bei allen verwendeten Techniken meist Randspalten, die im Rasterelektronenmikroskop nachgewiesen worden sind (Hahn et al. 1993, Brännstrom et al. 1991, Brauner und Rödiger 1988). Jedenfalls empfehlen die meisten Autoren zur Optimierung des Randbereiches eher eine dünne Kompositschicht und dickere Glasionomerzementunterfüllungsschicht als umgekehrt. Hänggi et al. (1990), die in einer Jahresstudie das Randschlussverhalten von Klasse V Läsionen mit Glasionomerzementen und Kompositen (Sandwich Füllungen) untersuchten, dokumentieren, dass auch weiterhin die Problematik der unbefriedigenden Randspaltverhältnisse im Dentinbereich zu beachten bleibt. Auch eine dicke Glasionomerzementschichtunterfüllung konnte die Polymerisations-schrumpfung der Komposite nicht genügend kompensieren.

Wie bereits ausführlich erwähnt, gibt es heute noch keine optimalen Füllungsmaterialien, die diesem Schrumpfsprozess entgegenwirken. Aus diesem Grunde erscheint der Gebrauch von zusätzlichen Retentionsmöglichkeiten indiziert.

2.1.5 Armierte Kompositfüllungen zur Therapieoptimierung

Da die reine Füllungstherapie, die Problematik der Rekonstruktionsmethode von Läsionen nicht ausreichend bzw. zufriedenstellend lösen konnte, kam es zum Einsatz von Stiftsystemen.

Schon im 19. Jahrhundert verwendete man einfache Stiftsysteme zum Halt von Füllungsmaterialien. Markley (1958) zementierte schon gezogene, rostfreie Drahtstifte. Goldstein (1966) verbolzte seine Stifte nach dem "friction locked system"; Going (1966) entwickelte die "self threading" Technik. Seit Courtade (1979) das sogenannte TMS-System (thread made system) einführte, haben sich diese selbstschneidenden Stifttechniken in der konservierenden und prothetischen Zahnheilkunde aufgrund ihres guten Retentionsvermögens im Dentin bewährt. Verschiedene Autoren (Standlee et al. 1978, Dilts et al. 1968) sehen jedoch in den selbstschneidenden Stiftsystemen die Gefahr der Dentinschädigungen in Form von Rissen und Sprüngen. Diese traumatischen Schädigungen des Dentins führten zur Weiterentwicklung des Verfahrens von Markley (1958).

Neben der Weiterentwicklung der Stiftsysteme (selbstschneidend oder auch zementiert) hinsichtlich Form und Gestalt gab es auch Diskussionen über mechanische Eigenschaften und Korrosionsresistenzen.

Welches Material am besten den Anforderungen eines Stiftsystems entspricht, wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. So schreibt Wirz (1984):

"Heute weiß man genau, dass Messing, Chromstähle oder Chrom-Nickel-Stähle für die Herstellung solcher parapulpärer Verankerungselemente kontraindiziert sind, da sie in ihrem elektromechanischen Verhalten nicht allen möglichen Medien, die wir im Mundmilieu antreffen, standhalten können".

Götze und John (1985) beschrieben Korrosionserscheinungen bei Stahl- und Titanstiften in Abhängigkeit vom Füllungsmaterial. Goldstifte zeigten hingegen keine Veränderungen. Friedrich und Heidemann (1986) analysierten das korrosive Verhalten bei mechanischen Einflüssen und gingen der Fragestellung nach, ob eine Edelmetallbeschichtung Korrosionsschutz bietet. Ihre Untersuchungen ergaben, dass unbeschichtete Chrom-Nickel-Stahl-Stifte und Titanstifte korrosionsbeständig sind im Gegensatz zu Chrom-Nickel-Stählen mit Edelmetallen.

Von Neumeyer (1989) wurden Vorteile von Pin-Systemen wie folgt beschrieben:

1. sichere, spaltfreie Verbindung zwischen Pin und Restaurationsmaterialien
2. adhäsives Retentionsprinzip gegenüber Druck- und Zugbelastung
3. Einsatz zahnfarbener Oberflächenschichten ohne Durchschimmern der Pins

Cervix - Pin

Seit einiger Zeit gibt es auf dem Dental-Markt zwei neue Stiftsysteme, die auf Anregung von Musil von der Firma Brasseler (Lemgo) entwickelt bzw. hergestellt wurden. Diese Stifte werden im Bohrkanal geklebt bzw. zementiert.

Bei dem Cervix-Pin System liegt die Betonung aufgrund der geringen Größe neben einer zuverlässigen Fixation am Zahn auf einer stabilen Verbindung zum Füllungsmaterial.

Der patentierte Cervix-Pin-Stift besteht aus hochfestem Reintitan, das sich durch hohe Korrosionsbeständigkeit und Biokompatibilität auszeichnet (Brasseler 1988).

Der Werkstoff Titan ist ein körperverschmelzbarer, korrosionsfester und duktiler Werkstoff, der in vielen Bereichen der Medizin und Zahnmedizin (z. B. künstliche Hüftgelenke, Zahn – Implantate, pulpare Stifte, etc.) verwendet wird.

3. Ziele der Arbeit

Zahnhalbläsionen werden entsprechend den ästhetischen Ansprüchen der Patienten mit zahnfarbenen Füllungsmaterialien versorgt. Sofern sich die Kavität apikal bis in den Wurzelbereich erstreckt, ist mittels Säure-Ätz-Technik und neueren Dentinhaftmitteln keine sichere Retention zum Dentin herstellbar. Große Zahnhartsubstanzdefekte führen bei vitalen Zähnen zu Problemen. Trotz bestimmter Präparationsformen kann für Füllungen nicht immer eine ausreichende Retention erzielt werden. Um eine Vitalexstirpation zu umgehen, zahnhartsubstanzschonend präparieren und gleichzeitig eine sichere Verankerung der konservierenden Restauration gewährleisten zu können, bietet sich bei der Versorgung von Klasse V Kavitäten die Verwendung parapulpärer Stifte zum Retentionsgewinn an.

Zielstellung dieser Arbeit ist es, Möglichkeiten, Grenzen und Perspektiven von Cervix – Pins bei der definitiven Versorgung von keilförmigen Defekten in Kombination mit dem Komposit (Charisma) zu testen.

Während der Durchführung der Arbeit ergaben sich folgende Fragestellungen:

- 1. Kann die Liegedauer mit einer Cervix –Pin armierten Füllungslage optimiert werden?**
- 2. Kann durch die Benutzung der Pins eine bessere Randschlussdichtigkeit erreicht werden?**
- 3. Ist eine substanzschonendere Präparationen möglich?**
- 4. Verhalten sich Kosten – Nutzen – und Zeitanalyse zugunsten des Pin – Systems?**

4. Material und Methode

Die Cervix – Pins sind kleine Titanstiftchen mit einem linsenförmigen Kopf, einer rechtwinkligen Auflageplatte und einem leicht konisch verlaufenden Schaft. Die Gesamtlänge der Stifte beträgt 2,3 mm bei einem Schaftdurchmesser von 0,48 mm.

Die metallurgischen Daten des Pin-Materials zeigen sich wie folgt:

E – Modul (RM)	105 000² N/mm²
Festigkeit	900 – 1000 N/mm³
Spez. Gewicht	4,51 g/cm
Wärmeleitfähigkeit	17 w/m °K
Schmelzpunkt (in Celsius)	1670 ° C
Härte (in Vickers)	285 - 315 HV
Bruchdehnung	ca. 12 %

Um den ungünstigen ästhetischen Effekt (Verfärbungen und Durchschimmern) über dem Perkolationsspalt zu vermeiden, ist der Kopf des Cervix – Stiftes industriell mit einer SiOx - C-Schicht, einem Silanhaftvermittler und einem Opaker beschichtet.

Die spaltfreie, wasserresistente und stabile Verbindung zwischen Komposit und Pin-oberfläche erfolgt mit Hilfe des Silicoater Verfahrens (Hofmann 1990).

Der Pinteil, der mit dem aufgetragenen Komposit kontaktiert, wird zunächst mit 250µm Korund abgestrahlt und danach mit dem fettlösenden, organischen Lösungsmittel „Siliclean“ (Kulzer) gereinigt

Das Abstrahlen bewirkt durch einen Metallabtrag von ca. 10µm eine Vergrößerung der Oberfläche für verbesserte mechanische Haftung und eine höhere Benetzbarkeit mit Flüssigkeiten (Musil und Tiller 1988).

Nach diesem Vorgang erfolgt das Aufkondensieren einer Glaskeramikschiicht ($\text{SiO}_x\text{-C}$) durch Flammenpyrolyse aus einem gasförmigen Gemisch, bestehend aus Luft, Siliflam und Propangas. Diese Schicht ($< 0,1\mu\text{m}$ dick) ist über eine Oxidschicht mit der Titanoberfläche verbunden. Das Auftragen des Silanhaftvermittlers Silicoup (Kulzer) ermöglicht die Bindung zwischen den $\text{SiO}_x\text{-C}$ Molekülen und den Endgruppen der BIS-GMA – haltigen Komposite.

Das $\text{SiO}_x\text{-C}$ Gerüst des Silicoup bildet mittels Hydrolyse mit den O_2 – Gruppen der Siliflamschicht unter Abspaltung von Alkoholen Silizium – Sauerstoff – Brücken.

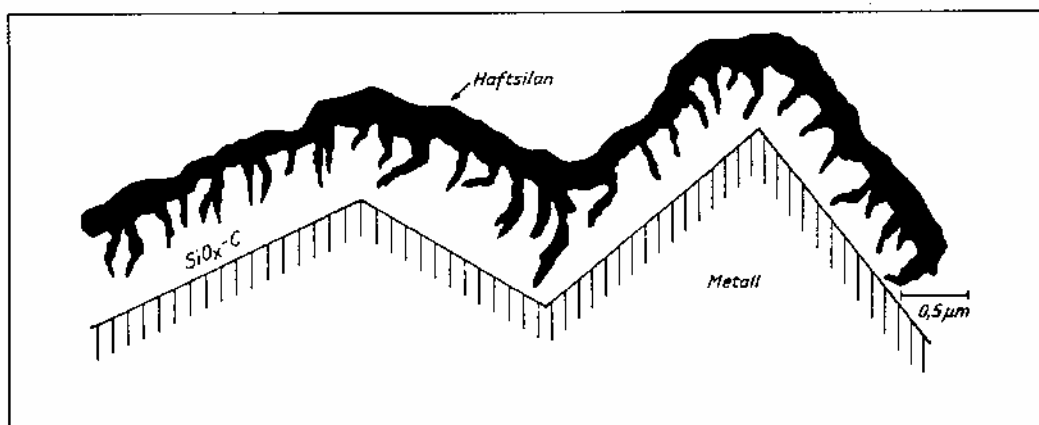


Abbildung 10: Silicoatverfahren schematisch dargestellt

Anschließend wird der Pinteil mit einer Abschlusschicht Dentacolor – Opaker (Kulzer) bedeckt, die zur Konservierung der Beschichtung und zur farblichen Anpassung der Pinoberfläche führt.

Durch das Auftragen von Bond kann im Mund durch die Erzeugung einer Dispersionsschicht der Verbund mit dem Komposit aktiviert werden (Neumeyer 1993).

Die Pintiefe im Dentin ist entscheidend für die Retention von Pins (Galindo 1980, Enoch 1963).

Die Pinlänge von 2 mm ist ausreichend (Watson und Gilmore 1971).

Die Cervix – Pins besitzen eine Pintiefe von 1,5 mm und erreichen eine optimale Fixation in Dentin.

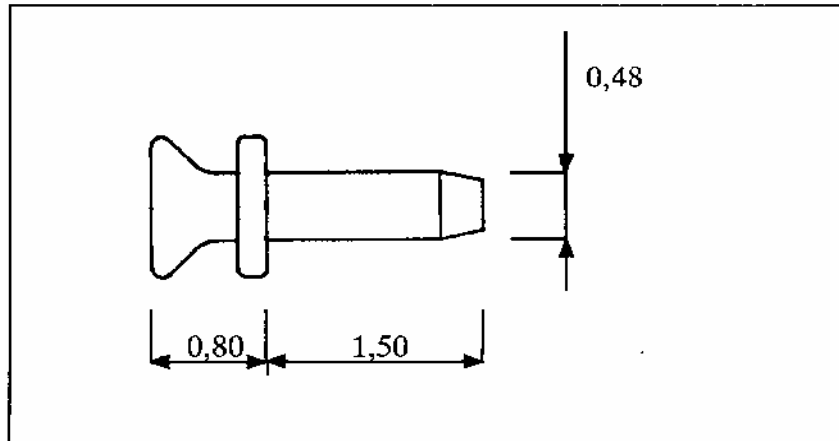


Abbildung 11: Pin Skizze mit Maßangaben in mm

Das Cervix – Pin – Behandlungs - Set besteht aus einem speziellen Applikationsinstrument und den entsprechend abgestimmten Bohrern. Beim Zementieren können die Cervix – Pins mit Hilfe des Applikationsinstrumentes direkt aus dem Tray in die Kavität übertragen werden.

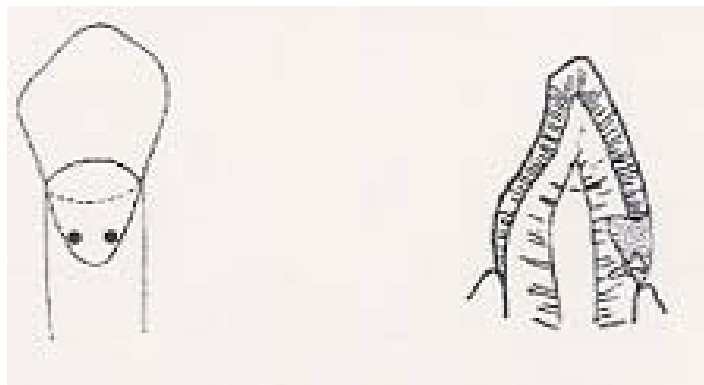


Abbildung 12: Platzierung der Pins aus vestibulärer und approximaler Sicht

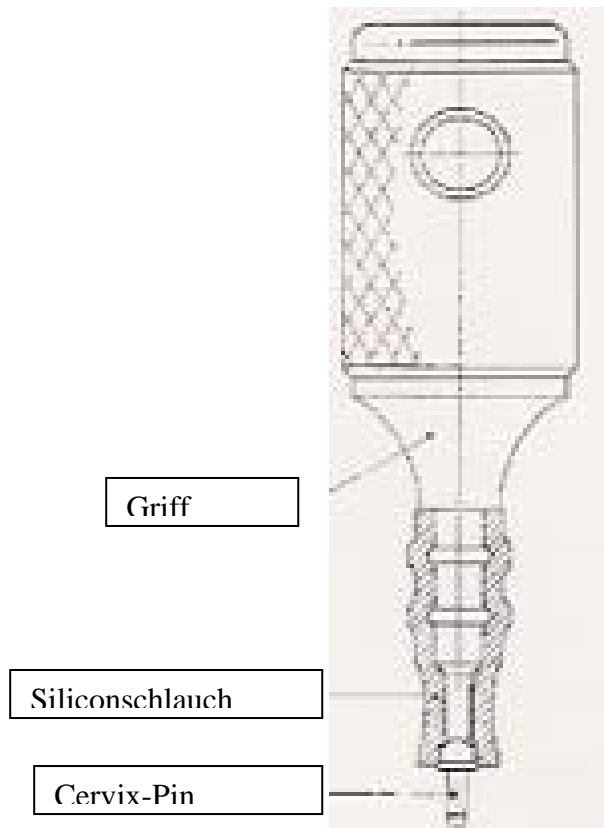


Abbildung 13: Schnittdarstellung des Applikationsinstrumentes

In einem geringfügig überdimensionierten Bohrkanal werden diese Stifte spannungsfrei mit Zement (per pin) und Cyanoaethylkleber Nubond Pin (Kulzer) verankert. Da die reine Füllungstherapie wie bereits beschrieben, die Problematik der Restauration zervikaler Läsionen nicht ausreichend löst, kam man zu der Überlegung, Stiftsysteme zu verwenden. Aufgrund der guten Erfahrungen mit parapulpären Verankerungsstiften zur Restauration von Ecken- und Schneidekantenverlusten kam die Idee auf, diese auch bei der Versorgung der Kavitätenklasse V anzuwenden. Bei dem Cervix – Pin – System werden mindestens 2 Stifte unter Berücksichtigung der anatomischen Gegebenheiten in die entstandenen Kavitäten inseriert. Dieses Prinzip basiert auf statischen Erkenntnissen der Stabilisierung gegenüber verschiedenen Krafteinwirkungen (z. B. Bruxismus, laterale und horizontale Schubkräfte). Die Stifte bestehen aus unlegierten und kostengünstigen Titan, das zu keiner Sensibilisierung führt und die mechanischen Merkmale der edelmetallfreien Legierungen besitzt.

Die Korrosionsfestigkeit des verwendeten Titans beruht darin, sich im extrazellulären Elektrolyten des menschlichen Körpers, hier in der Mundhöhle, mit einer dichten, schwer löslichen Oxidschicht, die auch Passivschicht genannt wird, zu überziehen. Somit wird das Metall zuverlässig vor dem Angriff aggressiver Flüssigkeiten geschützt (Spiekermann und Küpper 1992).

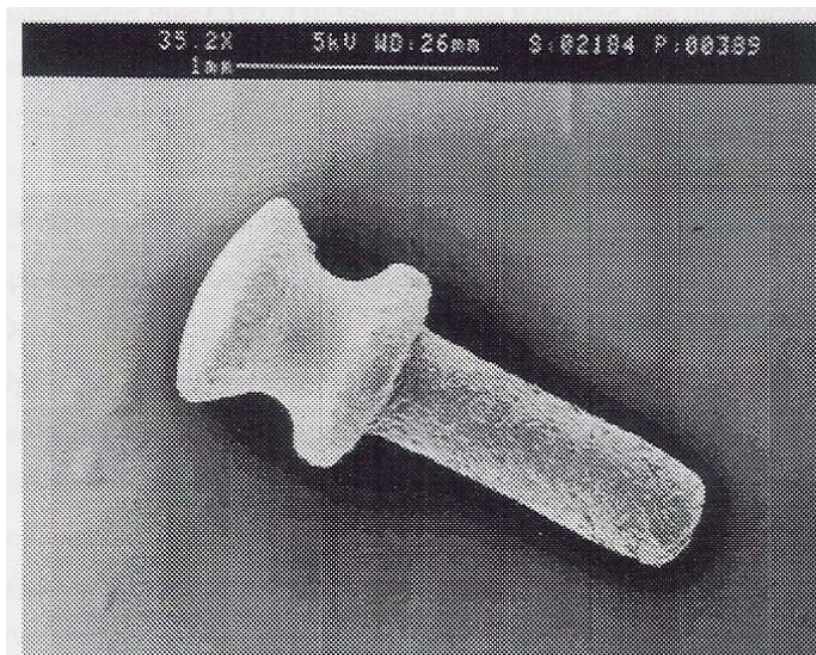


Abbildung 14: REM – Aufnahme des PCR – beschichteten Pins

CERVIX - System

- Merkmale des CERVIX - PCR - Pins -

- * PCR - beschichtetes Aufbauteil ①
-> spaltfreier Verbund zum Komposit
- * Passives dentinales Teil ②
-> zum Einzementieren
- * Auflage ③
-> zur Tiefenbegrenzung
- * Silicon-Schlauch ④
-> zur Applikation
-> zum Schutz der Beschichtung

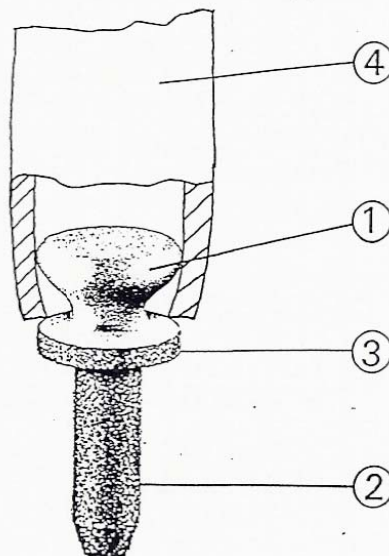


Abbildung 15: Schnittzeichnung und Merkmale des Cervix – Pin - Systems



Abbildung 16: Cervix - System bestehend aus 20 Cervix-Pins, 2 Pinlochbohrern und einem Applikationsinstrument.

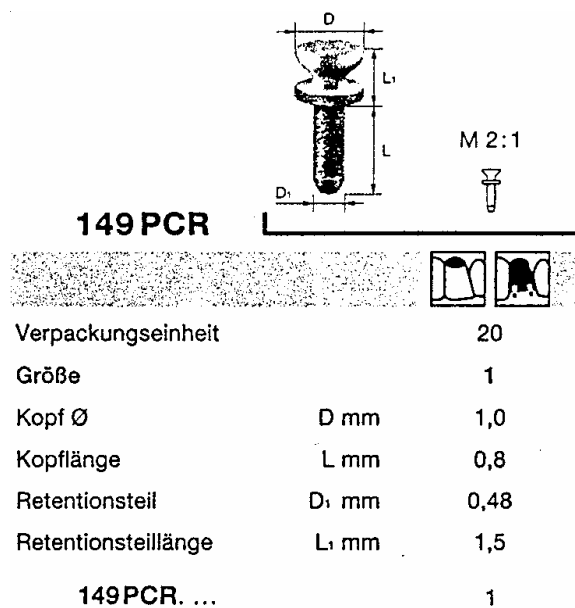


Abbildung 17: Cervix-Pins zur Versorgung von Klasse V-Kavitäten, keilförmigen Defekten und Schneidekantenaufbauten mit Komposit, Reintitan/PCR-Kopfbeschichtung.




Satz		
Größe	1	
	197.204.1	2x
	150.195	1x
 M 2:1	149.PCR.1	20x

Abbildung 18: Pinlochbohrer – Stahl HSS-E
Applikationsinstrument - Reintitan

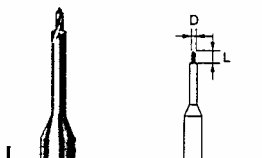
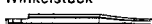
197		
		
Verpackungseinheit		2
Größe		1
Kopf Ø	D mm	0,54
L mm		1,6
Winkelstück		
		
197.204. ...		1

Abbildung 19: Pinlochbohrer – Stahl HSS - E


150.195	
	
Verpackungseinheit	1

Abbildung 20: Applikationsinstrument - Reintitan

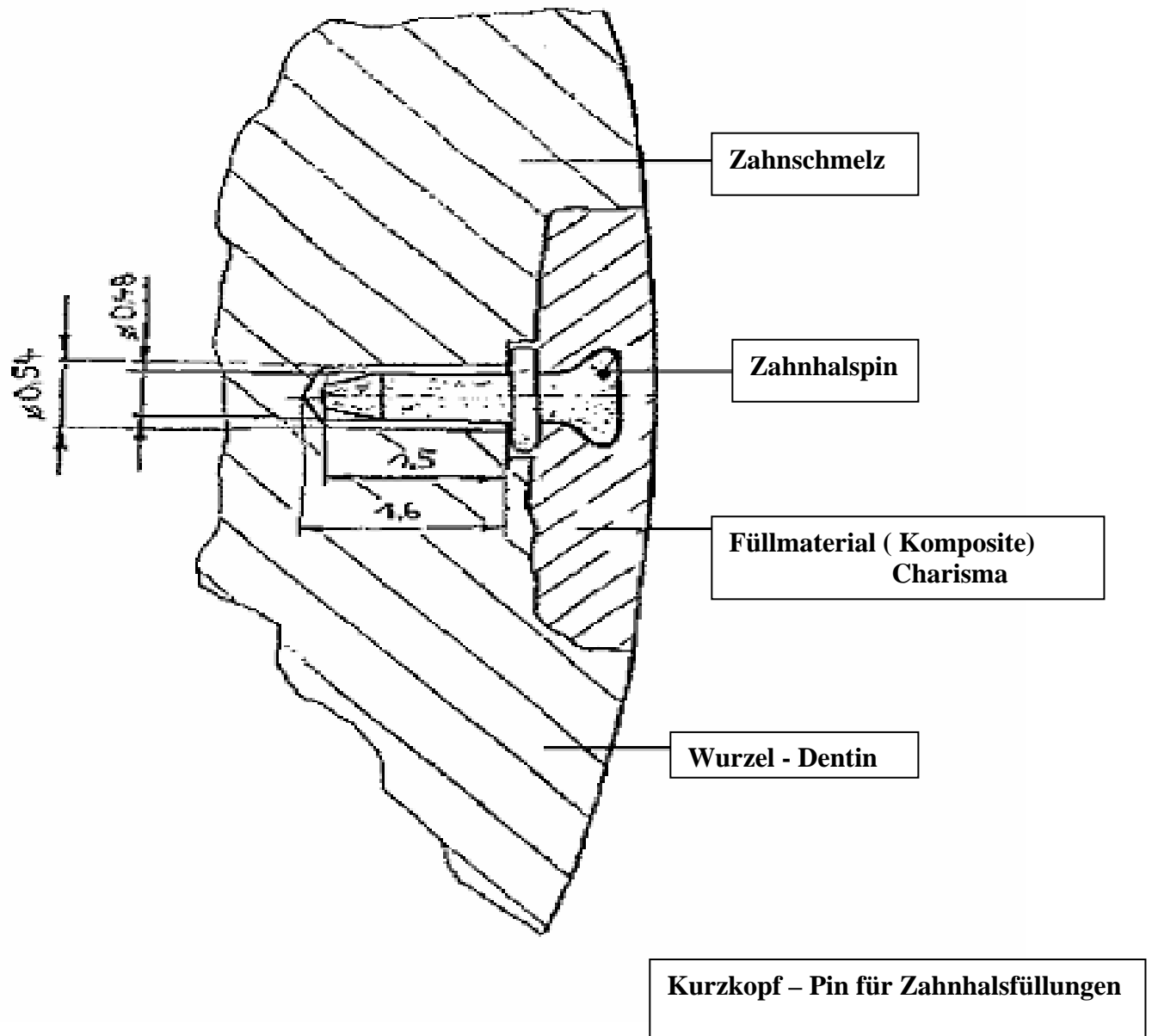


Abbildung 21: Schema zu Material und Methode

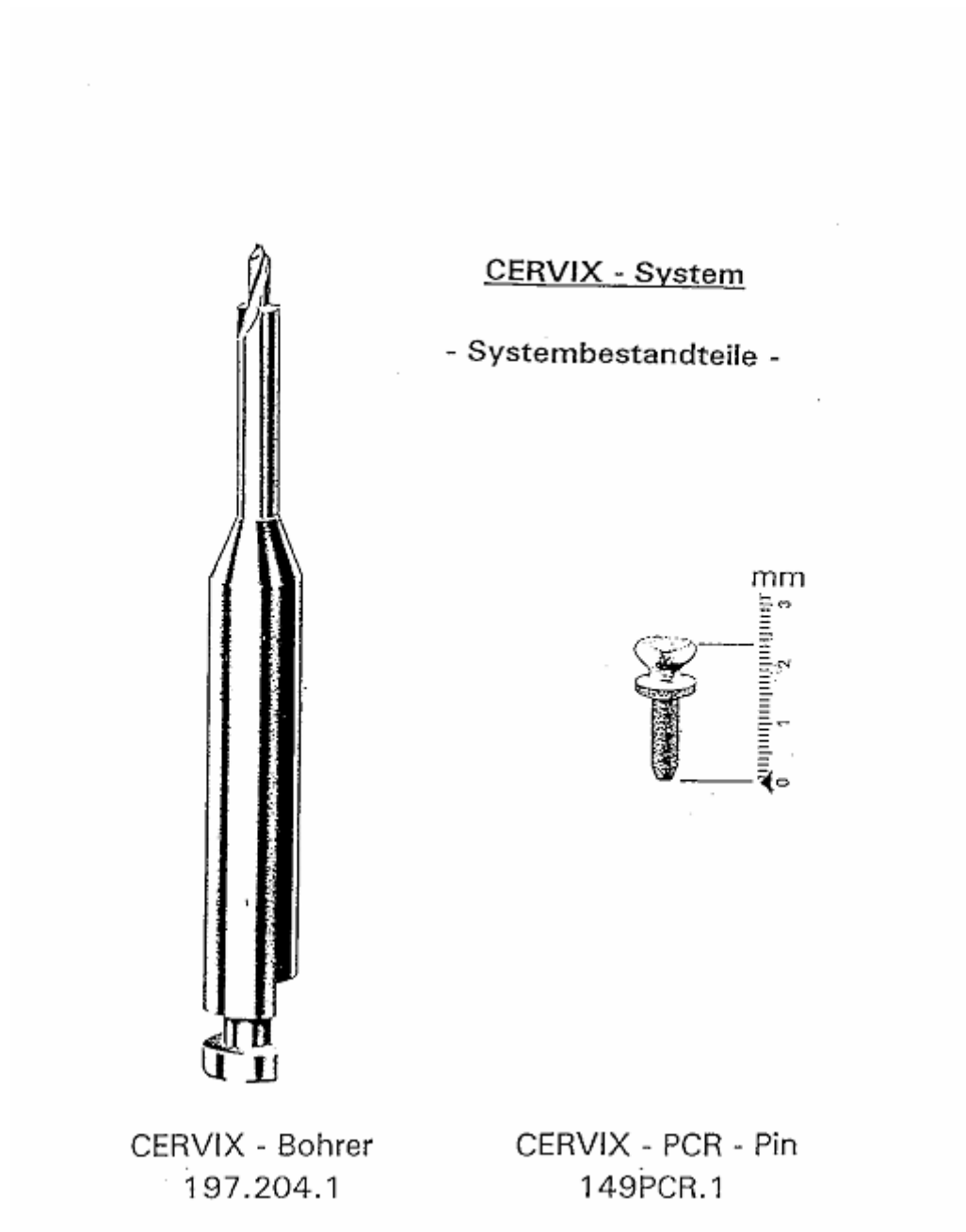


Abbildung 22: Schnittzeichnung des Cervix – Pin - Systems

4.1 Verwendete Materialien, Instrumente und Geräte

Wie bereits erwähnt, wurde das von der Firma Gebr. Brasseler GmbH und Co. KG vertriebene Cervix-Pin-System verwendet.

Für den Behandlungsablauf sind zusätzlich folgende Materialien notwendig:

Kofferdam mit sämtlichem Zubehör

Transparente Kunststoff-Strips, transparente Kunststoff Keile

Unterfüllungsmaterial (z. B. Dycal, Glasionomerkemente, etc.)

Dentinhaftvermittler (Denthesive II, Adhesive bond II)

Füllungsmaterial (Charisma)

An Instrumenten werden benötigt:

Rosenbohrer

Im Cervix-Set enthaltenen Bohrlochaufbereiter

diamantierten Finierer

Korundstein (weiß)

Polierscheiben mit unterschiedlicher Körnung (Hochglanzpolitur)

Für die Aushärtung wurde folgendes Gerät benutzt:

Polymerisationslampe (Kulzer) mit definierter Lichtstärke (siehe Diagramm)

Vergleich von Polymerisationsgeräten der Strahlungsflussdichte

Tabelle 1: FBK Zürich 1993 – Zahnfarbene Restaurationen im Seitenzahnbereich
Lichtpolymerisationsgeräte: Strahlungsflussdichte (mW/cm²)

Gerät	Lichtleiter D(mm)	Strahlungsflussdichte' (mW/cm ²)	Nr.
Arcus 1 (Akku)	8	41	1
Arcus 2 (Akku)	7	66	2
Coltolux II	8	133	3
Elipar II	8	70	4
Euro Max	8,7	41	5
HelioLux II (d- 7 mm)	7	54	6
Heliomat GT	7,5	79	7
KaVo Polylux 35 Watt	7	37	8
Optilux 400 (100W)	8	106	9
Prismetics Lite II	8	110	10
Translux CL (100W)	8	184	11
Visilux II	8	110	12
Visilux III	7	60	13
Vivalux			14

Fett hervorgehoben : Strahlungsflussdichte > 100 mW cm²

PZM PAR 1993

4.2 Charakterisierung des Patientengutes

Die vorliegende Arbeit basiert auf der Behandlung von vierundzwanzig Patienten, die in einem Zeitraum von 5 Jahren (1994/5 bis 2000) aus dem täglichen zahnärztlichen Patientenaufkommen behandelt und nachuntersucht worden sind. Die Patienten wurden nicht selektiert, sondern mussten folgende Läsionen der Zahnhartsubstanzen aufweisen:

Zervikale Läsionen

Wurzelkaries

Keilförmige Defekte

Sonstige (Zahneckenfraktur)

Nach einer ausführlichen Information über die vorgesehene Methode erklärten sich alle Patienten im Alter zwischen 18 und 80 Jahren zur Mitarbeit bereit.

In einer bzw. mehreren Sitzungen wurden 1 bis 6 Zähne nach dieser Behandlungsmethode versorgt. Da es sich hauptsächlich um die Kavitätenklasse V handelt, wurden jeweils 2 Cervix-Pins in das Dentin von Frontzähnen, Eckzähnen und Prämolaren verankert und anschließend mit einer Kompositfüllung (Charisma) versorgt.

Die Nachkontrollen erfolgten in regelmäßigen Abständen über 5 Jahre.

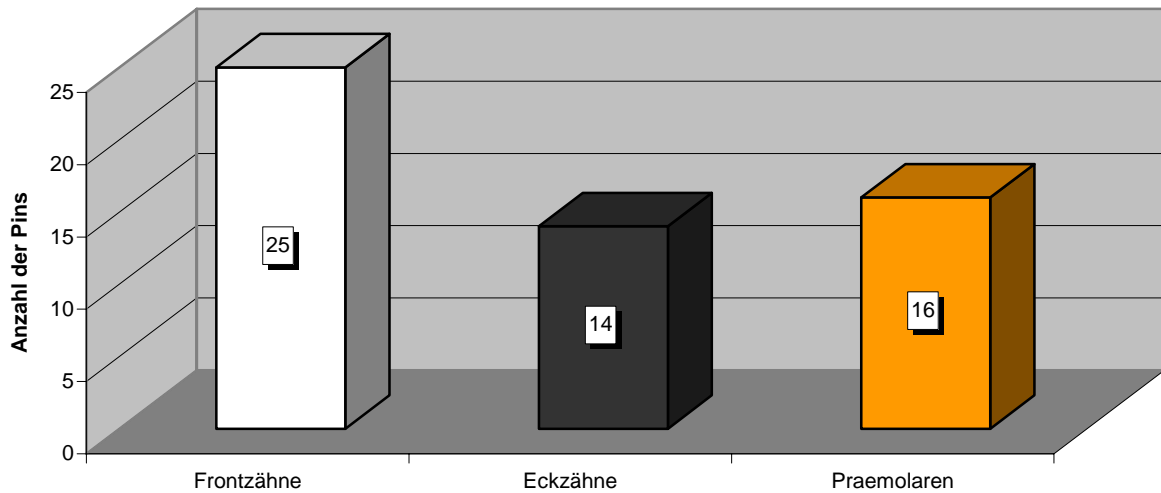


Abbildung 23: HÄUFIGKEITSVERTEILUNG CERVIKALER LÄSIONEN AUF DIE ENTSPRECHENDEN ZAHNTYPEN

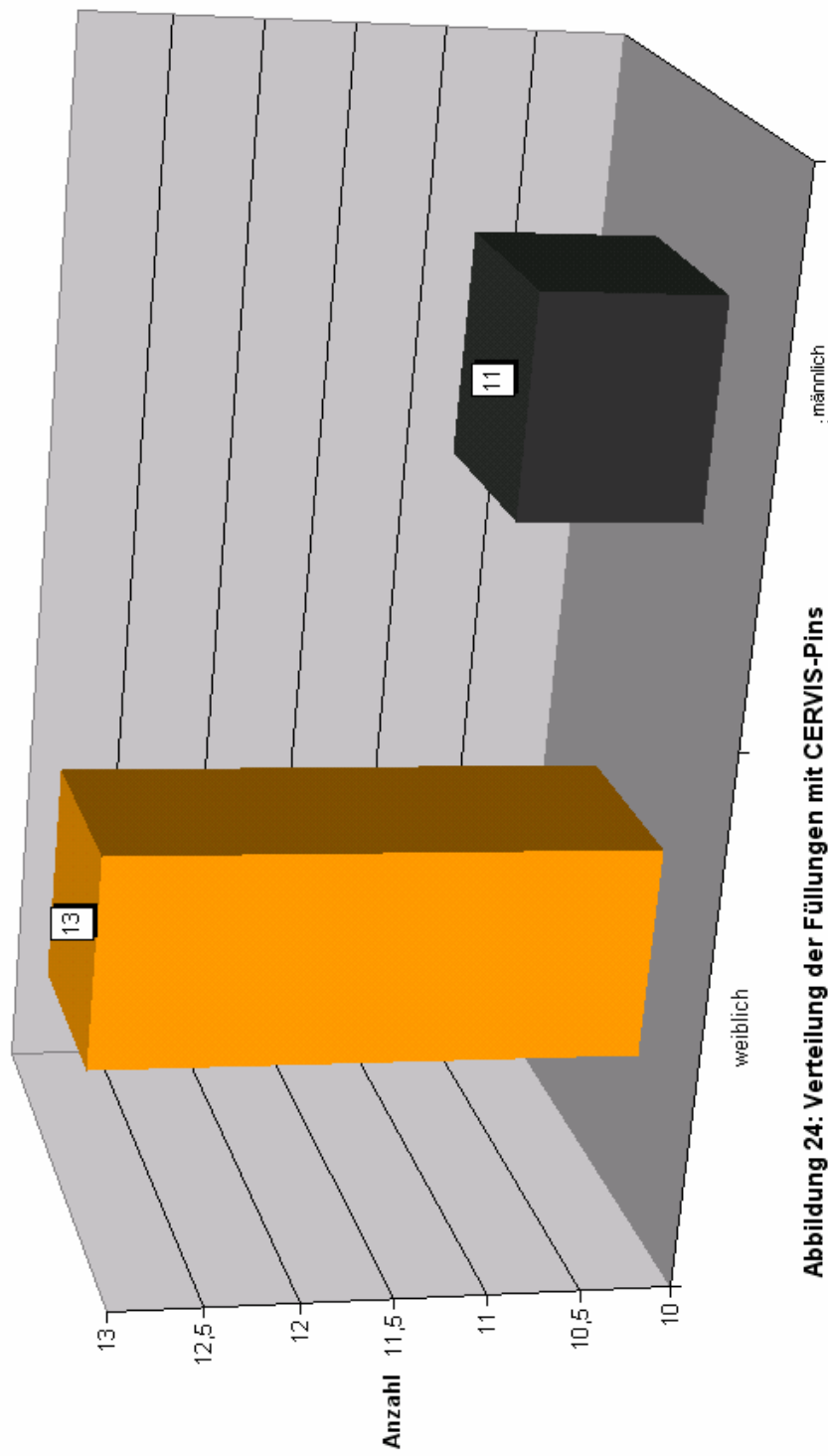
4.2.1 Aufteilung nach Alter und Geschlecht

Das Patientengut setzt sich aus elf männlichen und dreizehn weiblichen Personen zusammen. Das Durchschnittsalter bei den männlichen Patienten lag bei 52,3 Jahren, das der weiblichen Patienten bei 47,9 Lebensjahren.

Das relativ hohe Durchschnittsalter der Patienten ist auf die bereits erwähnten Aspekte in den vorherigen Kapiteln zurückzuführen.

Bei den jugendlichen Patienten handelt es sich ausschließlich um traumatische Verletzungen der Frontzähne, wo ein Ecken- bzw. Schneidekantenaufbau mit Hilfe des Cervix-Pin-Stiftes wieder restauriert wurde.

Die Aufteilung des gesamten Patientenguts ist einschließlich der Nachkontrollen in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet:



**Abbildung 24: Verteilung der Füllungen mit CERVIS-Pins
auf weibliche und männliche Patienten**

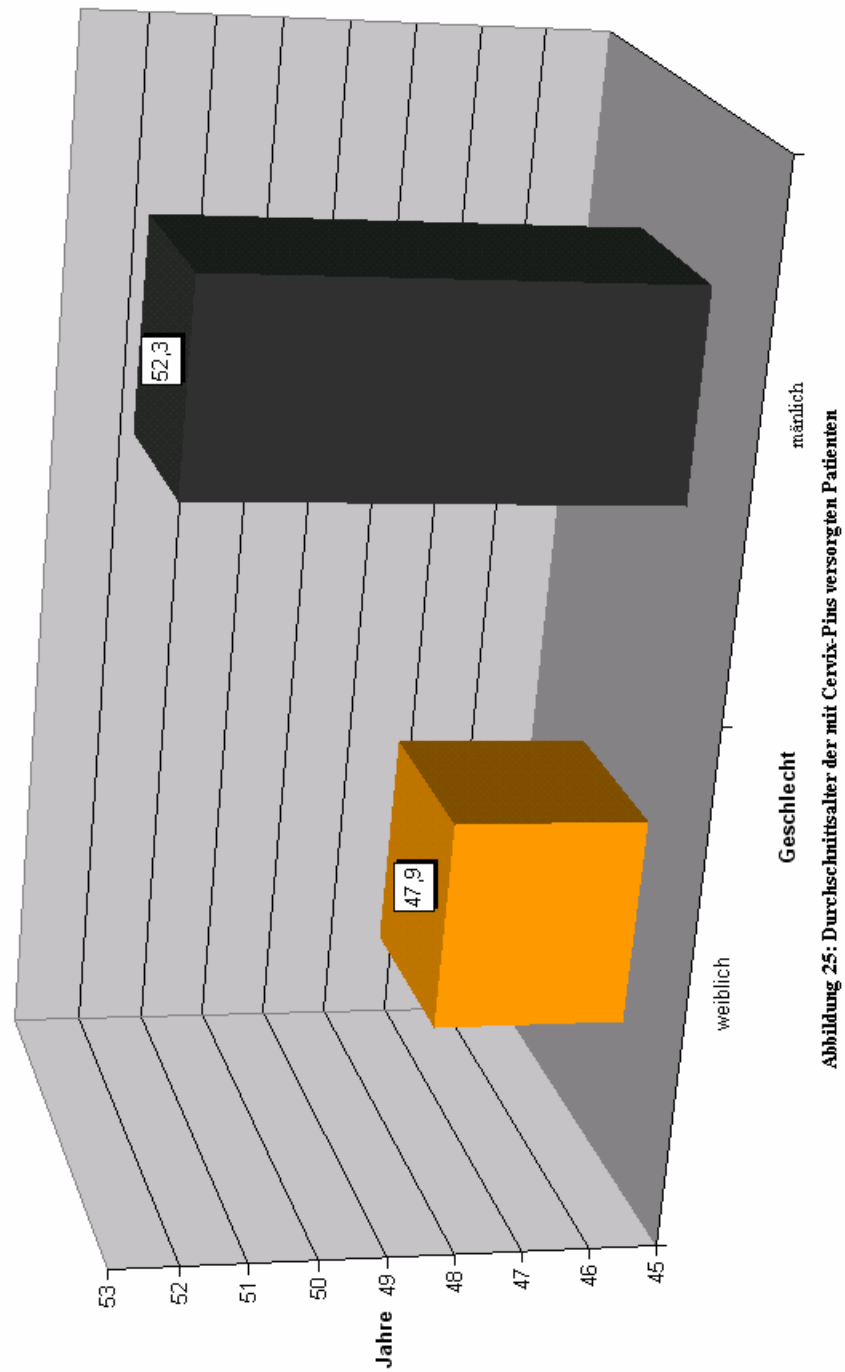


Abbildung 25: Durchschnittsalter der mit Cervix-Pins versorgten Patienten

Tabelle 2: Patientenverteilung zur Insertion der CERVIX-Pins

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZAHNE	ANZAHL DER PINS	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	negativ	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	negativ	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	negativ	0
4213	m	85	Januar 95	44,43	4	negativ	0
3784	w	54	Januar 95	22	2	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	negativ	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	negativ	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	negativ	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		55	106		0

4.2.2 Aufteilung nach Indikationen

Die Patienten wurden in folgende Indikationsbereiche aufgeteilt:

Kariöse Läsionen im zervikalen Bereich

Bei dieser Untersuchung entfallen 49% der Patienten in den Indikationsbereich der Zahnhalskaries.

Wurzelkaries

Eine Wurzelkaries tritt häufig im Altersgebiss auf und ist unterhalb der Schmelz-Zement-Grenze lokalisiert.

Die Häufigkeit in dieser Gruppe macht 32 % aus und stellt somit den zweitgrößten Anteil dar.

Keilförmiger Defekt

Wie bereits im Abschnitt 1.1.2 beschrieben handelt es bei keilförmigen Defekten um ein multifaktorielles Geschehen. Mögliche Ursachen sind z. B. Bruxismus, eine falsche Zahnputztechnik, sowie Erosionen oder chronische Formen der Zahnhalskaries.

Es handelt sich um mulden-, kerb-, keil- oder rillenförmige Defekte.

In der Häufigkeit steht diese Gruppe mit 15 % an dritter Stelle der versorgten Kavitäten.

Sonstige Applikationen (Eckenaufbau, Interimsversorgung)

Dabei handelt es sich bei Zahneckenfrakturen oder Schneidekantenverluste, die mit Hilfe des Cervix-Pin-Systems wieder restauriert werden können.

Dies war die kleinste Indikationsgruppe mit insgesamt 4 % aller Patienten (S. Abb. 26).

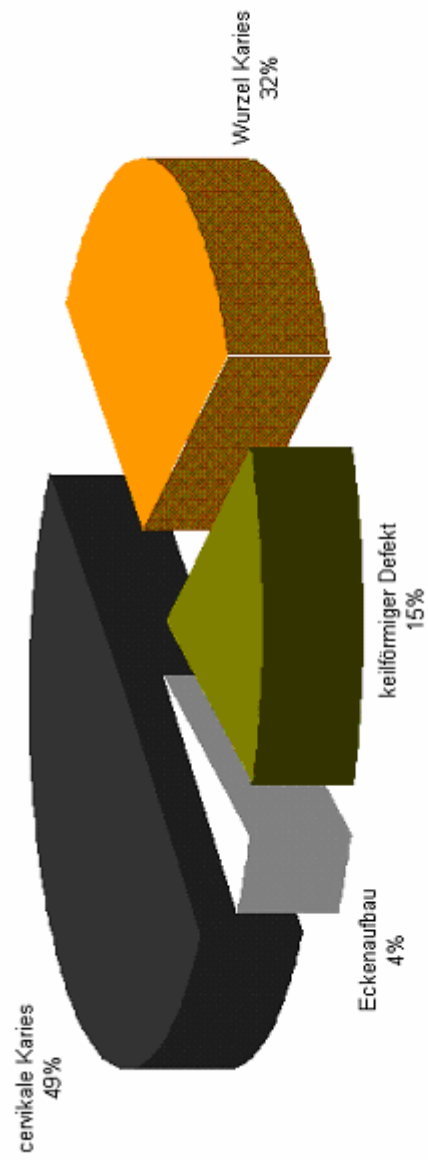


Abbildung 26: Relative Häufigkeit der mit dem CERVIX - Pin - System versorgten Läsionsgruppen

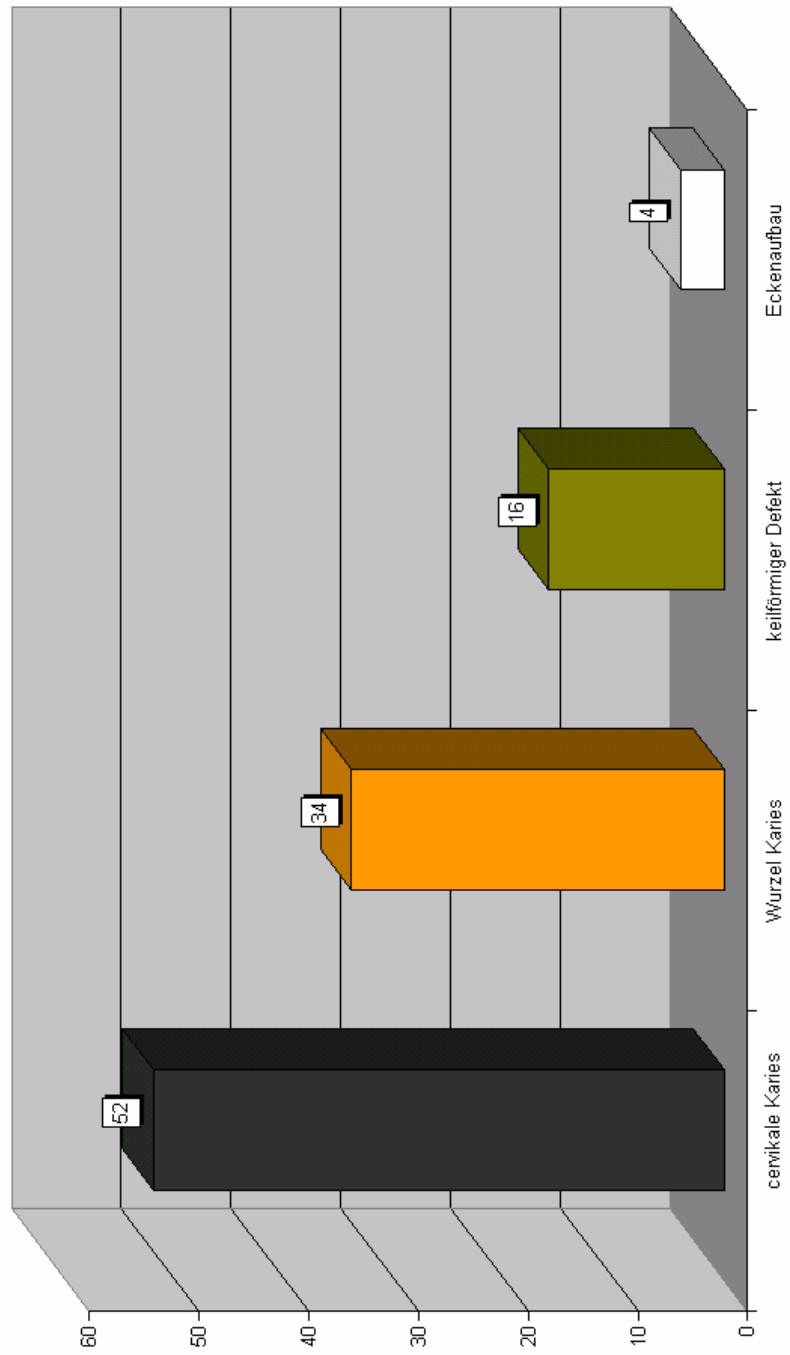


Abbildung 27: Anzahl der bei verschiedenen Indikationsgruppen (Defekte) gesetzten CERVIX - Pins

4.2.3 Topographie der Cervix -Pins in den Indikationsgebieten

In den Indikationsklassen 1 bis 3 werden in der Regel mindestens 2 Cervix-Pins nach der Exkavierung der Karies, falls vorhanden, divergierend zur Zahnpulpa inseriert. Die Pinpositionen richten sich nach Lage und Größe der Zahnhalskavitäten und trotzdem sollten die anatomischen Verhältnisse des Zahnes berücksichtigt werden (siehe Bild).

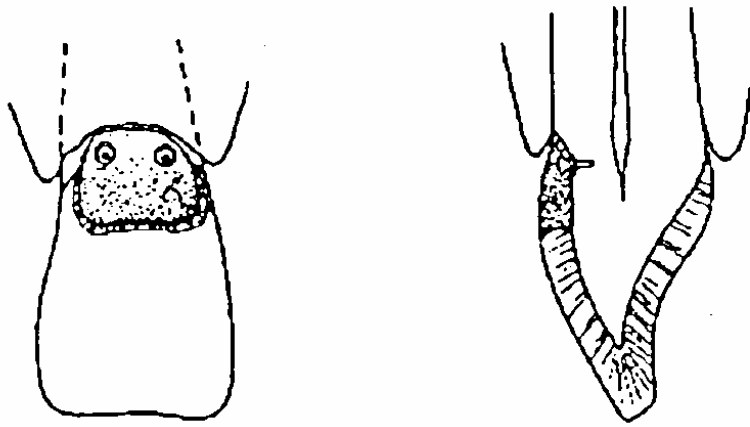


Abbildung 28: Lokalisation der Cervix-Pins bei zervikaler Läsionen

Lediglich bei der Klasse 4 (Eckenaufbau, Interimsversorgung) werden die Stifte individuell der entsprechenden Frakturlinie inseriert (siehe Bild).

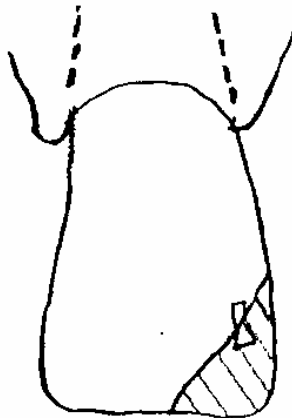


Abbildung 29: Lokalisation der Cervix-Pins bei Eckenaufbauten

4.2.4 Beachtete Einflussfaktoren – funktionelle Belastung

Die beachteten Einflussfaktoren zur Pathogenese der Läsionen soll hier nicht weiter diskutiert werden.

Es wurden nach Fertigstellung der restaurativen Maßnahmen folgende Kriterien berücksichtigt, um die Liegedauer der Füllungen zu optimieren:

1. Bruxismus

Bei Patienten mit Zahnhalsdefekten bedingt durch Bruxismus wurde durch gezielte Einschleiftherapie der entsprechenden Zähne versucht, funktionelle Überbelastungen zu beseitigen.

In Einzelfällen wurde vorher durch eine Schienentherapie der neurale Muskeltonus unterbunden.

2. Richtige Zahnputztechnik

Bei allen Patienten erfolgte eine umfangreiche Aufklärung über Mundhygienemaßnahmen (richtige Zahnbürste, Zahnputzmethode, Verwendung von Zahnseide und fluoridhaltigen Zahnpasten).

3. Hinweis auf eventuelle ernährungsbedingte Fehlverhaltensweisen (z. B. Zitrone lutschen, hoher Zuckerkonsum)

Schon bei der Anamneseerhebung wurde auf die Ernährungsgewohnheiten der Patienten geachtet und auf zahnfreundliche Lebensmittel bzw. Genussmittel hingewiesen.

4. Genetische Faktoren

Patienten mit genetischen Defekten, wie fehlerhaftes Remineralisierungsverhalten bei der Bildung des Netzwerkes, waren relativ selten.

4.3 Methodisches Vorgehen am Patienten

Prinzipiell ist das methodische Vorgehen bei der Versorgung der Kavitäten V mit dem Cervix-Pin-System und der anschließenden Restauration mit dem Komposit (Charisma) bei allen Zahntypen gleich. Die Verfahrensschritte am Patienten sind folgende:

1. Zahnreinigung

- professionelle Zahnreinigung mit fluoridfreien Reinigungspasten

2. Vorbereitung der Kavität zur Pin-Insertion

- Entfernung von kariösen Läsionen mit Hilfe eines Rosenbohrers
- retentive Präparation der Kavität

3. Festlegung der Pin-Position

- anatomische Gegebenheiten beachten
- bei Zahnhalskavitäten divergierend zur Pulpa
- Pin Position mit kleinem Rundbohrer ankörnen

4. Bohren des Pinlochs

- Verwendung des Pinlochbohrers Nr. 197
- mit Drehzahlen zwischen 300 bis 400 Umdrehungen pro Minute unter leichtem Druck bis zum Anschlag bohren
- Trocknen des Pinlochs mit Luftstrom bzw. Papierspitzen

5. Pin in das Bohrloch einsetzen

- Pin mit Hilfe des Silikonschlauches aus der Verpackungsbox entnehmen
- passives dentinales Teil dünn mit Glasionomerzement bzw. Zinkphosphatzement benetzen.
- Dentinflächen mit Glasionomerzement dünn abdecken
- Pin in das vorgesehene Bohrloch stecken
- Zement abbinden lassen

6. Vorbereitung der Kavität zur Kompositfüllung

- Schmelzätzung mit Esticid Gel und anschließend Behandlung mit Wasserspray, danach Trocknung mit der Luft der Universalspritze
- Verwendung von Dentheseive II (A und B zu gleichen Teilen im Verhältnis 1:1 anmischen, Dentheseive II A und B in Vorlegeschale einige Sekunden vermischen
- Dentheseive II mit Pinsel satt auf die vorbereiteten Dentinflächen und Unterfüllungen auftragen
- 30 Sekunden einreiben und anschließend mit Luftstrom trocken blasen
- Adhesive Bond II zur Kavitätenversiegelung in eine saubere Vorlagenschale tropfen und mit Pinsel die ganze Kavität (Schmelz-, Dentinflächen) versiegeln
- 15 Sekunden Dentinflächen einreiben und mit dem Luftbläser verteilen
- Polymerisation mit einem Transluxlichtgerät 40 Sekunden

7. Aufbau der Kompositfüllung mit Charisma

- Matrize anlegen, wenn notwendig
- Komposit Charisma (Kulzer) nach vorheriger Farbauswahl unter Tageslicht auftragen
- Aushärtung mit Transluxlichtgerät 20 bis 40 Sekunden

8. Ausarbeitung der Füllung

- Ausarbeitung erfolgt mit Finierer, weißen Korundsteinen und Polierscheiben bis zum Hochglanz

Es wird dabei empfohlen den gesamten Arbeitsablauf unter Kofferdam durchzuführen.

4.4 Dokumentation der Füllungstherapie

Alle vierundzwanzig behandelten Patienten kamen im Rahmen einer routinemäßigen Kontrolle ohne besondere Schmerzsymptomatik in die Praxis.

Anhand ihrer zervikalen, kariösen Läsionen und keilförmigen Defekte wurden sie für diese Untersuchung ausgewählt.

Eine intraorale Kamera verdeutlichte den Patienten diese Defekte und die Notwendigkeit der Behandlungsmaßnahme. Nach einer ausführlichen Aufklärung und Information über die Behandlungsmaßnahmen (Cervix-Pin-System) erklärten sich alle zu Mitarbeit bereit.

4.4.1 Behandlungsprotokoll und Aufzeichnungen

Ein spezielles Behandlungsprotokoll wurde nicht angefertigt, sondern lediglich der Einsatz der Cervix-Pins mit der entsprechenden Zahnfarbe in die Karteikarte eingetragen. Diese Patientengruppe wurde gesondert und in einem entsprechenden Recallsystem aufgenommen.

Die Nachuntersuchungen erfolgten im jährlichen Rhythmus (siehe Tabellen).

Tabelle 3: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1996

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	Oktober 96	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 96	negativ	0
3657	m	60	September 94	13,23	12	Februar 96	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	November 96	negativ	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	September 96	negativ	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	Oktober 96	negativ	0
4213	m	85	Januar 95	44,43	4	März 96	negativ	0
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 96	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	April 96	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 96	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	Mai 96	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juni 96	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	August 96	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	September 96	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	September 96	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Juli 96	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	August 96	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	September 96	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	September 96	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	Oktober 96	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 96	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 96	negativ	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 96	negativ	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 96	negativ	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		55	106			0

Tabelle 4: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1997

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZAHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	Juni 97	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juni 97	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	August 97	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 97	negativ	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	August 97	negativ	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	Oktober 97	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	Mai 97	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 97	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	April 97	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 97	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Mai 97	negativ	0
4886	m	64	Juli 95	12,11	4	Juli 97	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	September 97	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	September 97	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	März 97	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	Juni 97	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	Juli 97	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 97	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	August 97	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Dezember 97	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 97	positiv	0
3788	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 97	negativ	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 97	positiv	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		2	0

Tabelle 5: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1998

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	August 98	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 98	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	September 98	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 98	23 positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	Juli 98	positiv	0
3634	w	44	November 95	13,12,11	6	September 98	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 98	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 98	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 98	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 98	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	April 98	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	März 98	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	Mai 98	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	Juli 98	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Februar 98	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	Juni 98	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	Juni 98	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 98	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	September 98	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 98	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	Oktober 98	positiv	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	November 98	11 positiv	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 98	positiv	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		5	0

Tabelle 6: Patientenverteilung zur Insertion der Cervis - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1999

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3652	m	42	August 95	33,34	4	Juni 99	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 99	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	Juli 99	13 positiv	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 99	23 positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	September 99	positiv	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	September 99	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 99	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 99	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 99	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 99	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juni 99	negativ	0
4886	m	64	Juli 95	12,11	4	Juni 99	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	Juli 99	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	August 99	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	September 99	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	September 99	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	August 99	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 99	positiv	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	September 99	44 positiv	0
5344	w	49	September 95	23	2	September 99	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 99	positiv (Krone)	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	November 99	11,21 positiv (Kronen)	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	November 99	positiv (Krone)	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		9	0

Tabelle 7: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 2000

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZAHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	September 00	positiv	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	August 00	positiv	0
3657	m	60	September 94	13,23	12	September 00	positiv	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	Oktober 00	positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	Oktober 00	positiv	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	September 00	positiv	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	Januar 00	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 00	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	Februar 00	positiv	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 00	positiv	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juli 00	positiv	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	Juli 00	positiv	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	August 00	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	August 00	positiv	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Juli 00	positiv	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	September 00	positiv	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	August 00	positiv	0
4723	m	46	September 95	33	2	August 00	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	November 00	positiv	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 00	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	Oktober 00	positiv (Krone)	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 00	positiv (Krone)	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 00	positiv (Krone)	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		48	0

4.4.2 Beurteilungskriterien für Haltbarkeit und Ästhetik

Jede Füllung wurde über einen Zeitraum von insgesamt 5 Jahren kontrolliert und nachuntersucht.

Die Beurteilungsmöglichkeiten für Haltbarkeit und der Ästhetik der gelegten Füllungen sind in der täglichen zahnärztlichen Praxis sehr beschränkt. Als Hilfsmittel dient hier die Häkchensonde, um einen eventuell vorhandenen Randspalt zu ertasten oder eine Oberflächenrauigkeit zu fühlen. Mit Hilfe der bloßen Augen und teilweise unter Verwendung einer Lupenbrille können Verfärbungen der Füllungsänder bzw. der gesamten Füllung und die Oberflächenbeschaffenheit des verwendeten Materials begutachtet werden.

Im Schmelzbereich zeigte sich ein perfekter Randschluss aufgrund der angeschrägten Kavitätenränder und der durchgeführten Ätztechnik. Jede Füllung wurde im Dentinbereich an drei verschiedenen Messpunkten (MP) untersucht. Diese wurden wie folgt festgelegt:

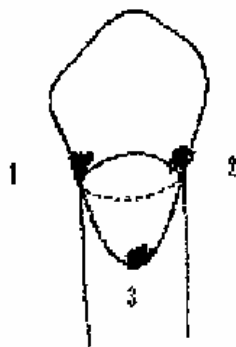


Abbildung 30: Bewertungszonen der Qualität der Restaurationen

1= mesialer MP; 2 = distaler MP; 3 = zervikaler MP

Ein weiteres Kriterium waren die subjektiven Aussagen der Patienten über die Oberflächenbeschaffenheit der Füllung.

Eine zusätzliche Maßnahme zur Beurteilung von Randspalten sind z. B. Raster-Elektronenmikroskopische Untersuchungen (REM):

Die mit Füllungen restaurierten Zähne werden mit rotierenden weichen Bürsten und Zahnpasten gereinigt, abgesprayed und getrocknet. Mit einem additionsvernetzenden Silikonabformmaterial (President light body, Coltene) werden Abdrücke gewonnen und unter dem Rasterelektronenmikroskop bei 200-facher Vergrößerung ausgewertet. Die Mikromorphologie der Füllungsänder wird anhand der Replika nach der Züricher Standard Methode (Lutz et al, 1980) qualitativ und quantitativ erfasst und nach folgenden Kriterien beurteilt:

- **perfekter Rand**
- **Zahnrandfraktur**
- **Füllungsrandfraktur**
- **Randspalt**

4.4.3 Fotodokumentation und Videoaufzeichnung

Es wurde bei einigen Patienten eine "step by step" Diapositivreihe und Videofilm erstellt.

Bei zwei Patienten wurden die kompletten Arbeitsabläufe mittels Videoaufzeichnung dokumentiert.

5. Ergebnisse 1995 - 2000

Ergebnisauswertung 1996

Alle 24 Patienten erschienen im Recallsystem zu ihrem Nachuntersuchungstermin. Es kam zu keinem Verlust von Füllungen. Die Randspaltuntersuchung mittels Häkchensonde war negativ und Farbveränderungen in dem Übergangsbereich Füllungen – Zahnhartsubstanz nicht sichtbar. Nach durchgeführter Zahnreinigung und Politur wurden die Patienten entlassen.

Tabelle 3: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1996

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	Oktober 96	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 96	negativ	0
3657	m	60	September 94	13,23	12	Februar 96	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	November 96	negativ	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	September 96	negativ	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	Oktober 96	negativ	0
4213	m	65	Januar 95	44,43	4	März 96	negativ	0
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 96	negativ	0
3747	m	60	Februar 95	21	2	April 96	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 96	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	Mai 96	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juni 96	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	August 96	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	September 96	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	September 96	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Juli 96	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	August 96	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	September 96	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	September 96	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	Oktober 96	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 96	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 96	negativ	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 96	negativ	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 96	negativ	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		55	106			0

Ergebnisauswertung 1997

Bis auf einen Patienten (Todesfall) erschienen alle Personen zu ihrem Termin. Ein Verlust von armierten Füllungen war nicht zu verzeichnen. Bei 2 Patienten wurde an den Zähnen 21 bzw. 11 (Eckenaufbau) ein Randspalt zwischen Komposit und Zahnschmelz sondiert.

Durch Finieren und anschließendes Polieren mit weißen Korundsteinen und Polierscheiben konnte der Randbereich (siehe auch Diapositive) geglättet werden. Auffällige Verfärbung des Füllungsmaterials war nicht sichtbar.

Tabelle 4: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1997

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	Juni 97	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juni 97	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	August 97	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 97	negativ	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	August 97	negativ	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	Oktober 97	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	Mai 97	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 97	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	April 97	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 97	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Mai 97	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	Juli 97	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	September 97	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	September 97	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	März 97	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	Juni 97	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	Juli 97	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 97	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	August 97	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Dezember 97	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 97	positiv	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 97	negativ	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 97	positiv	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		2	0

Ergebnissauswertung 1998

Alle noch lebenden Patienten konnten im Jahr 1998 nachuntersucht werden. Füllungsverluste waren nicht eingetreten. Bei 5 Patienten konnte ein Spalt sondiert werden (mesialer und zervikaler Messpunkt. Besonders bei Zähnen mit Eckenaufbau (11, 21) waren optisch und bei Sondierung Spaltbildungen festzustellen. Am Zahn 23 war der Spalt zwischen Komposit und gingivalen Kavitätenrand lokalisiert, aber kariesfrei. Bei allen Patienten wurde aufgrund von Rauigkeiten und leichten Verfärbungen der Füllung eine Politur notwendig.

Tabelle 5: Patientenverteilung zur Insertion der Cervix - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1998

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	August 98	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 98	negativ	0
3657	m	60	September 94	13,23	12	September 98	negativ	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 98	23 positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	Juli 98	positiv	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	September 98	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 98	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 98	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 98	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 98	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	April 98	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	März 98	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	Mai 98	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	Juli 98	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Februar 98	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	Juni 98	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	Juni 98	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 98	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	September 98	negativ	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 98	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	Oktober 98	positiv	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	November 98	11 positiv	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 98	positiv	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		5	0

Ergebnissauswertung 1999

Alle Patienten konnten 1999 untersucht und protokolliert werden. Die Füllungen waren alle in situ. Allerdings kam es zur Zunahme von Spaltbildungen an den Füllungsrandern, besonders an den zervikalen Messpunkten.

Im Vergleich zum vorherigen Jahr war die Zahl der Füllungen mit sondierbarem Spalt von 5 auf 9 angestiegen. Spaltbildungen fanden sich sowohl im Schmelz als auch an den gingivalen Kavitätengrenzen. Die Zähne mit Eckenaufbau (1 Cervix-Pin) wurden aufgrund größerer Spaltbildungen und damit verbundener Verfärbungen der Füllung überkront. Während der Präparation dieser Zähne wurden die Cervix-Pins problemlos entfernt.

Tabelle 6: Patientenverteilung zur Insertion der CERVIX - Pins (Kontrollen)

Nachkontrolle 1999

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	Juni 99	negativ	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	Juli 99	negativ	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	Juli 99	13 positiv	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	September 99	23 positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	September 99	positiv	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	September 99	negativ	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	März 99	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 99	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	März 99	negativ	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 99	negativ	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juni 99	negativ	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	Juni 99	negativ	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	Juli 99	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	August 99	negativ	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	September 99	negativ	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	September 99	negativ	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	August 99	negativ	0
4723	m	46	September 95	33	2	Juli 99	positiv	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	September 99	44 positiv	0
5344	w	49	September 95	23	2	September 99	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	November 99	positiv (Krone)	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	November 99	11,21 positiv (Kronen)	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	November 99	positiv (Krone)	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		9	0

Ergebnissauswertung 2000

Die Abschlussuntersuchung im Jahr 2000 zeigte eine deutliche Zunahme der Spaltbildungen. Waren im Vorjahr nur 9 positive Sondierungen zu verzeichnen, stieg die Zahl bis 2000 auf 48 (einschließlich der 4 bereits überkronten Zähne). Die Spaltbildungen waren sowohl an den mesialen und distalen Messpunkten sichtbar. Durch die Rauigkeit der Kompositfüllungen kam es zu Verfärbungen. Häufiges Finieren und Polieren der Füllungen führte zum Durchscheinen der Cervix-Pins, was wiederum das ästhetische Aussehen beeinträchtigte. Jedoch konnte bei allen Spaltbildungen eine kariesfreie Unterlage sondiert und somit der Erhalt der Füllung gewährleistet werden. Mit den durchgeführten therapeutischen Maßnahmen (Finieren, Polieren) wurden die sondierbaren Spalten minimiert und das ästhetische Bild der Füllungen verbessert.

Tabelle 7: Patientenverteilung zur Insertion der CERVIX - Pins

Nachkontrolle 2000

PAT. CODE	GESCHLECHT	ALTER	INS. DATUM	ZÄHNE	ANZAHL DER PINS	KONTROLLEN	SPALT	VERLUST
3852	m	42	August 95	33,34	4	September 00	positiv	0
2876	w	55	August 95	13,14	4	August 00	positiv	0
3657	m	60	September 94	13-23	12	September 00	positiv	0
2887	w	37	Oktober 95	23,24,25	6	Oktober 00	positiv	0
3691	w	48	Oktober 95	12	2	Oktober 00	positiv	0
3834	w	44	November 95	13,12,11	6	September 00	positiv	0
4213	m	85	Januar 95			+		
3784	w	54	Januar 95	22	2	Januar 00	negativ	0
3747	m	50	Februar 95	21	2	März 00	negativ	0
5275	w	58	Februar 95	15,13,44	6	Februar 00	positiv	0
4943	m	67	März 95	11,21,22,43	8	April 00	positiv	0
3936	m	55	Juli 95	34,35,44,45	8	Juli 00	positiv	0
4866	m	64	Juli 95	12,11	4	Juli 00	positiv	0
5894	m	61	Juli 95	43	2	August 00	negativ	0
3671	w	54	August 95	44,45,42	6	August 00	positiv	0
5923	w	58	August 95	12,11,21,22	8	Juli 00	positiv	0
4784	w	46	August 95	13,12	4	September 00	positiv	0
3684	w	49	August 95	33,34,44	6	August 00	positiv	0
4723	m	46	September 95	33	2	August 00	negativ	0
4735	w	53	September 95	44,43	4	November 00	positiv	0
5344	w	49	September 95	23	2	Oktober 00	negativ	0
4554	w	18	Oktober 95	21	1	Oktober 00	positiv (Krone)	0
3768	m	20	Oktober 95	11,21	2	Dezember 00	positiv (Kronen)	0
5821	m	25	Oktober 95	11	1	Dezember 00	positiv (Krone)	0
GESAMT	13 w.; 11 m.	47,9 w.; 52,3 m.		53	102		48	0

5.1 Bilddokumentation

Der chronologische Ablauf bei der Bilddokumentation erleichtert das Verständnis für einen Behandlungsablauf.

Daneben ist der filmische Ablauf gleichzeitig mit dem Zeitaufwand zur Durchführung einer kompletten Versorgung analog.

Beide Medien in der Kombination sind für die Demonstration zur Anwendung von dem Cervix-Pin-System geeignet. Sie zeigen schrittweise den Erfolg bei der Durchführung unter der notwendigen Therapiekriterien.



Abbildung 31: Cervix Pin (vergrößert 1:10)



Abbildung 32: Zustand der Kavität nach professioneller Zahnreinigung



Abbildung. 33: Anlegen eines Kofferdamms



Abbildung 34: Ankörnung der Pin Position mit kleinem Rosenbohrer

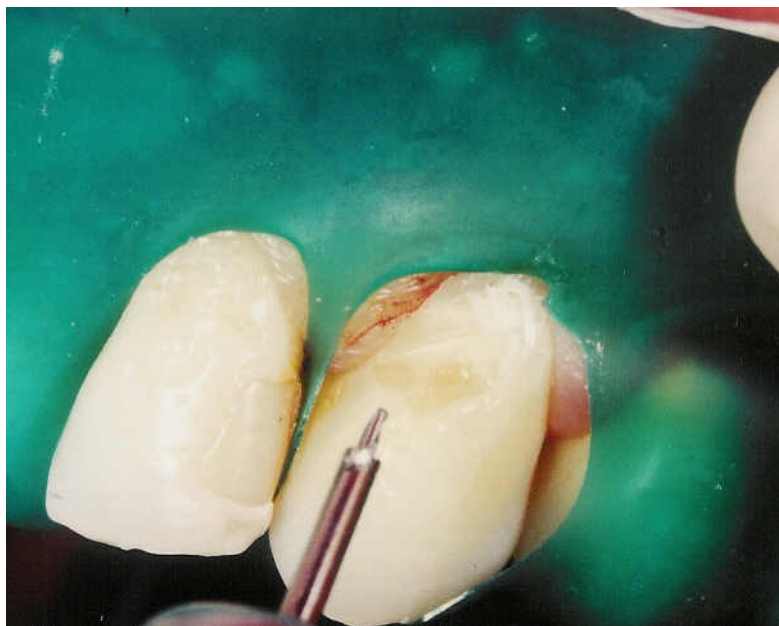


Abbildung 35: Pinlochbohrer Nr. 197



Abbildung 36 Trocknen des Pinlochs mit Luftstrom bzw. Papierspitzen

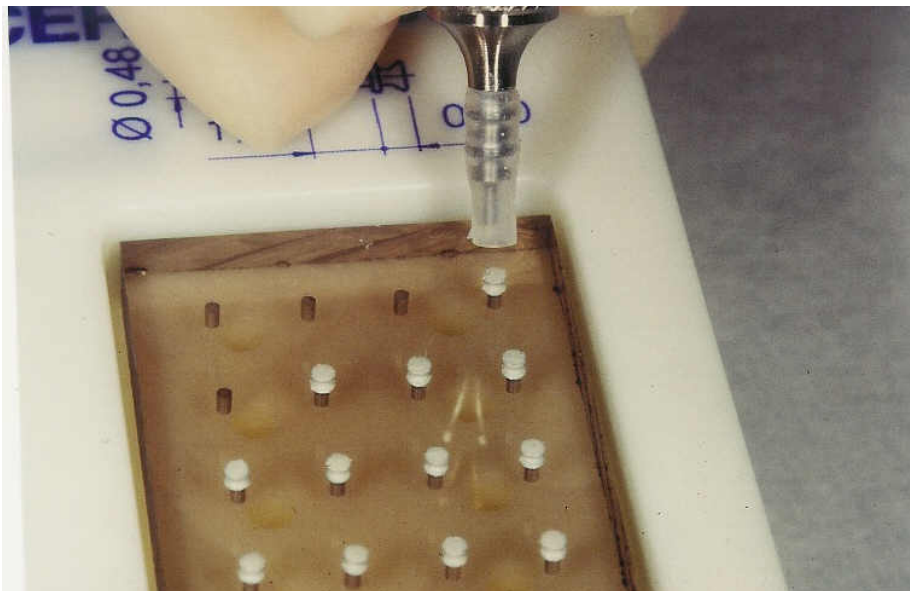


Abbildung 37: Entnahme des Pins mit Hilfe des Silikonschlauchs



Abbildung 38: Passives dentinales Teil mit Glasionomierzement benetzen und in das Bohrloch einbringen



Abbildung 39: Dentinfläche mit Glasionomerzement dünn abdecken
und Zement abbinden lassen



Abbildung 40: Anätzung der Schmelzätzung mit Esticid-Gel



Abbildung 41: Absprühung der Kavität



Abbildung 42: Lufttrocknung mit Universalspritze



Abbildung 43: Verwendung von Dentheseive II
(A und B zu gleichen Teilen im Verhältnis 1:1 anmischen



Abbildung 44: Auftragen an Dentinflächen und Unterfüllung

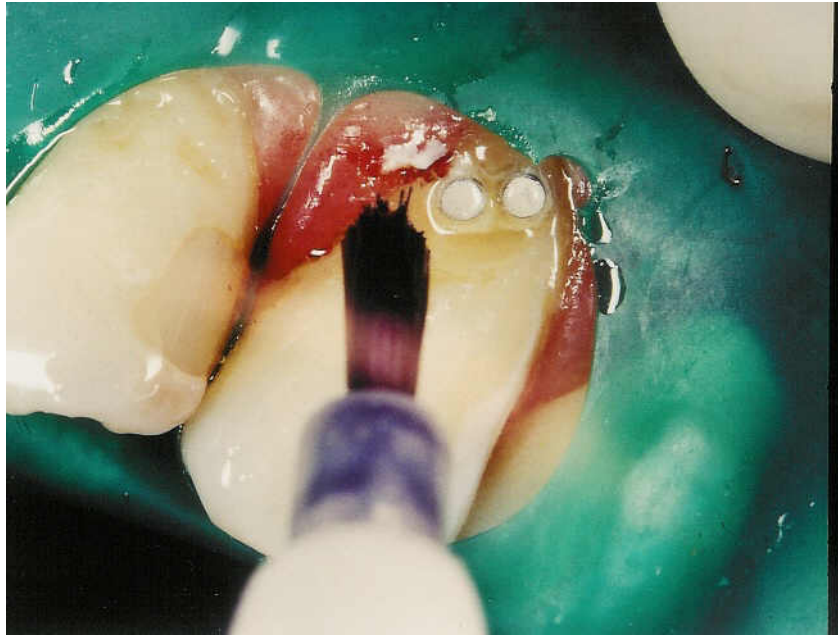


Abbildung 45: Adhesive Bond II mit Pinsel über gesamte Kavität und geätztem Schmelzareale auftragen

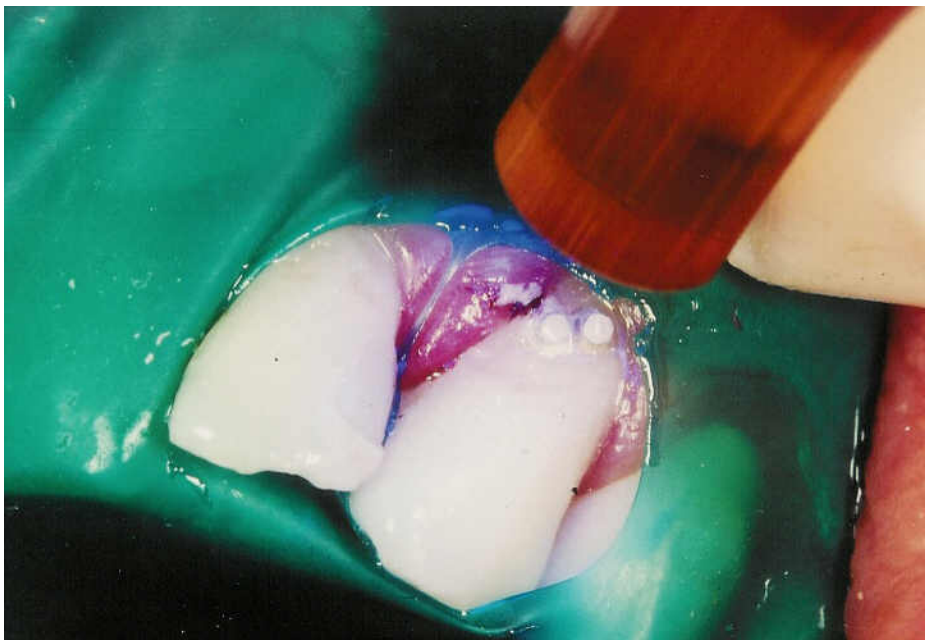


Abbildung 46: Aushärtung von Dentative II und Adhesive Bond II mit dem Transluxlichtgerät (40 Sekunden)

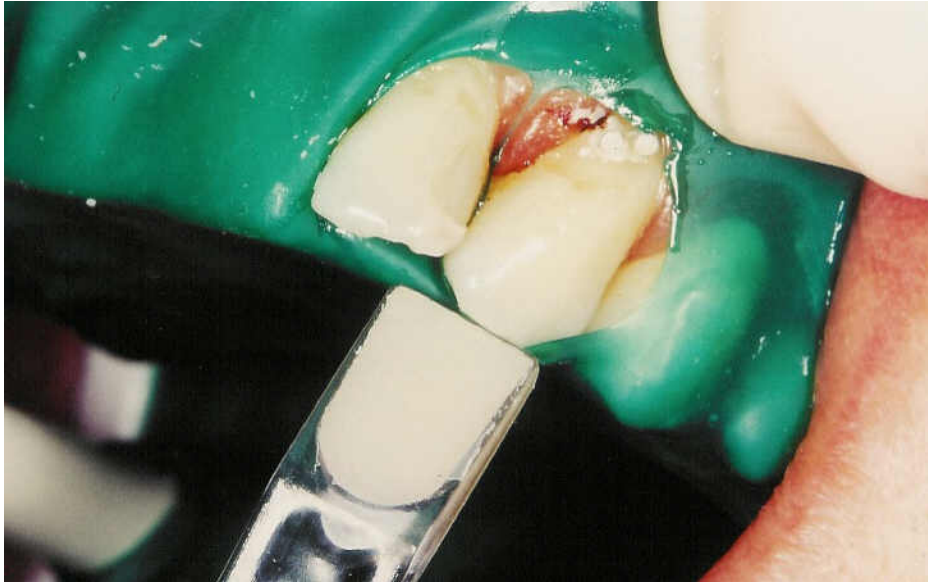


Abbildung 47: Farbauswahl mit Charisma - Farbskala



Abbildung 48: Anlegen der Matrize

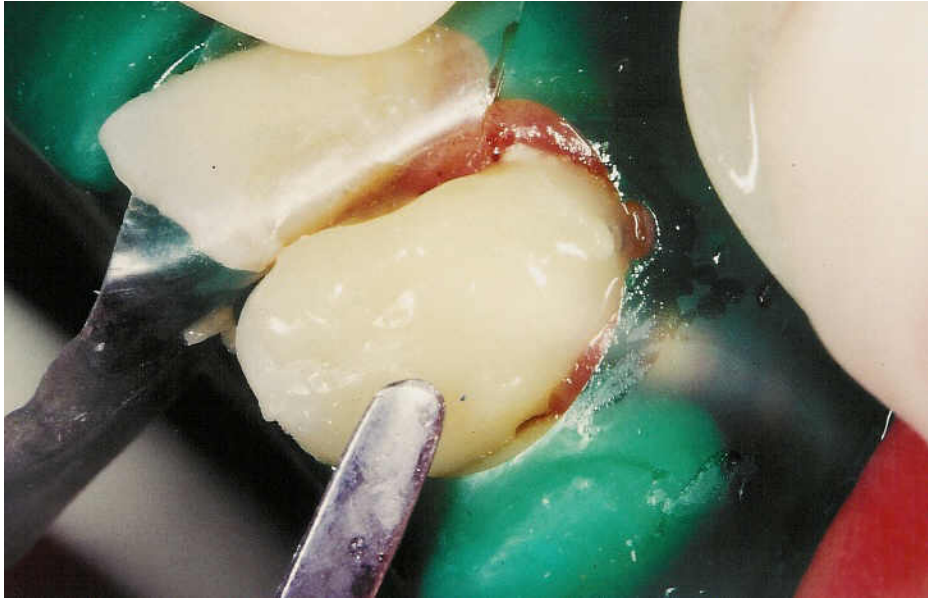


Abbildung 49: Auftragen des Komposits Charisma mit Füllspatel

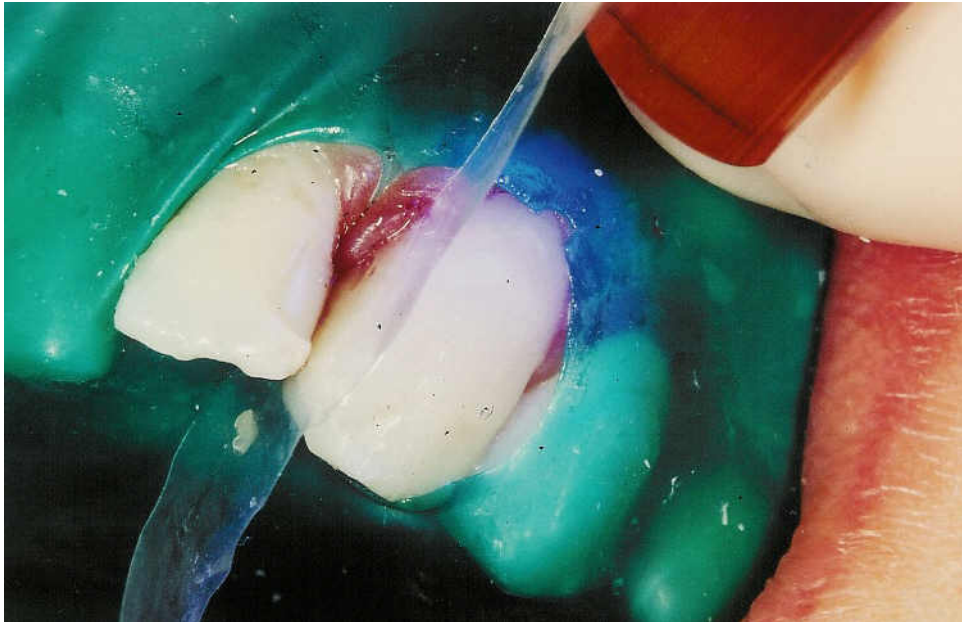


Abbildung 50: Aushärten der Kompositfüllung mit Transluxlichtgerät für 60 Sekunden



Abbildung 51: Ausarbeitung der Füllung mit Finierer

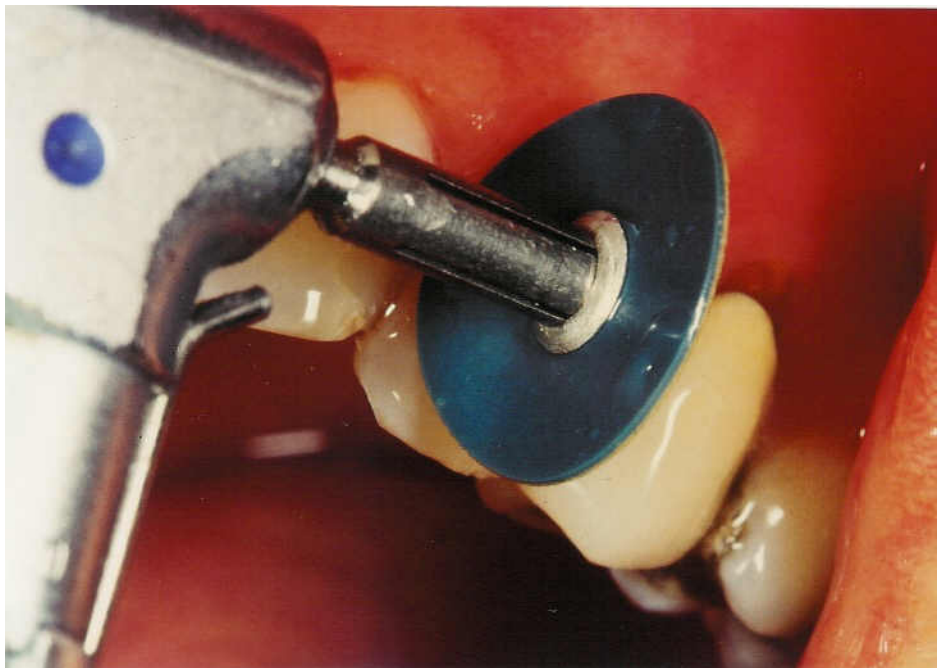


Abbildung 52: Polieren mit weißem Korundstein und Polierscheiben bis zum Hochglanz



Abbildung 53: Zustand nach Ausarbeitung der Füllung

5.2 Füllungstherapie unter Verwendung der Cervix – Pins (1995 – 2000)

Bei insgesamt 24 Patienten wurde die Methode der zusätzlichen Pin-Retention angewandt.

Nach einer Liegedauer von ca. 5 Jahren (1995 - 2000) kam es bei armierten Kompositfüllungen in vivo lediglich bei 4 Zähnen mit Eckenaufbau unter Verwendung nur eines Cervix-Pins zu größeren Spaltbildungen und Verfärbungen im Grenzbereich des Komposits zur Zahnhartsubstanz.

Nach einer Liegedauer von 5 Jahren nahm die Quantität der Spaltbildungen zu und an allen Zähnen, verursacht durch die Rauigkeit des Komposits, zeigten sich Verfärbungen entlang des Randspaltes. Das Sondieren des Randspaltes ergab eine harte und kariesfreie Unterlage und im Rahmen der prophylaktischen Maßnahmen konnte mit einfachen therapeutischen Mitteln, wie Finieren und Polieren der Füllungsråder, für den Erhalt von armierten Kompositfüllungen unter Wahrung der Ästhetik gesorgt werden.

Für den Erfolg neuer Füllungsmaterialien in der Zahnheilkunde stellt ihre Beständigkeit im Mundhöhlenmilieu das beste Bewertungskriterium dar.

Nur wenn neue Anwendungsmethoden bzw. Materialien den Dauerbeanspruchungen der Mundhöhle standhalten, ist der endgültige Beweis für den Erfolg oder Nichterfolg erbracht.

Die von Musil entwickelte Methode der Anwendung von Cervix-Pins wurde bei 24 Patienten in der zahnärztlichen Praxis über 5 Jahre kontrolliert.

Der Erfolg basiert auf der in dieser Studie praktizierten Kombination eines Komposits (Charisma) und der parapulpären metallischen Retentionshilfen (Cervix - Pin - Stiften). Trotz der hervorragenden Eigenschaften der Komposite Charisma (ausgezeichnete Randadaption, beständige Oberflächenstruktur, geringe Abrasionsrate und guter Farbadaption (Barry 1992) und entsprechender Dentinhafthvermittler, können Armierungsstifte zu weiteren Qualitätsverbesserungen führen.



Abbildung 54: Charisma -Füllung mit Dentinadhäsiv und Cervix -Pins nach 6000 Temperaturwechselbelastungen sind im Retentionsareal des Cervix -Pins keine Spaltbildungen oder Kontinuitätstrennungen erkennbar (Roth 1994).

Retentionsuntersuchungen bei den verschiedenen Möglichkeiten (geätzt, geätzt mit Cervix-Pin, nur Cervix-Pin), ergaben die Notwendigkeit der Kombination der Armierungstechnik mit der Ätztechnologie (Abb. 55)

Allerdings sollte die Kombination von Retentionshilfen noch mit anderen Füllungsmaterialien untersucht werden.

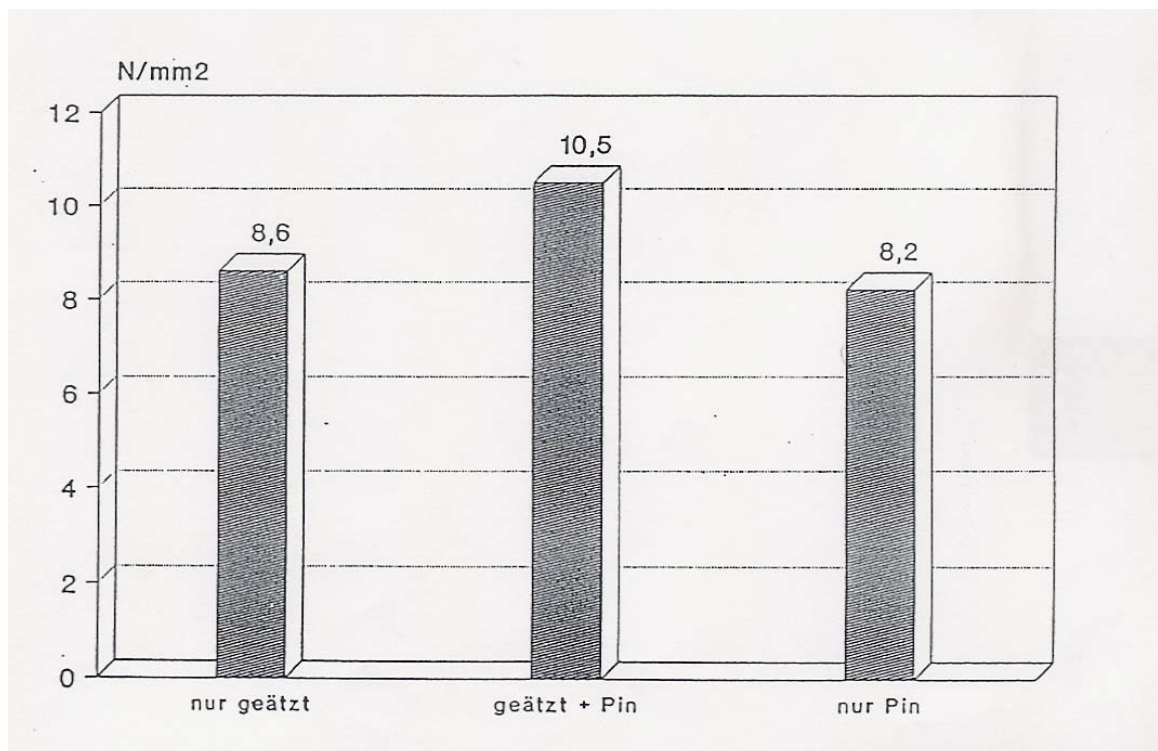


Abbildung 55: Ergebnisse der Retentionsuntersuchungen bei angeätzten Kavitätenrändern, angeätzt und Anwendung von Cervix-Pins sowie Cervix - Pins ohne Anätzen

Die Firmenangaben und die Aussagen der Dissertation von Roth (1994) befinden sich mit den aus dieser Arbeit gewonnen Erfahrungen über die Anwendung des Cervix-Pins-Systems im Einklang.

Die ermittelten Resultate zeigen, dass mit dem Einsatz des Cervix-Systems unter Verwendung moderner Dentinadhäsive die Versorgung von Klasse V Kavitäten verbessert werden kann. Vergleichende Scherfestigkeitswerte zeigen, dass durch das Setzen der Cervix-Pins Werte erreicht werden, die denen der Komposit - Schmelz - Haftung bei der Säure-Ätz-Technik sehr nahe kommen. Die adhäsive Verankerung von Füllungen im Phasengrenzbereich von Schmelz und Dentin führt zu Schwierigkeiten, da diese beiden Zahnhartgewebe aufgrund ihrer Beschaffenheit unterschiedlich sind. Spaltbildungen und mangelndes Randschlussverhalten werden weiterhin problematisch sein.

Beim Setzen der Cervix-Pins sind einige Grundsätze zu beachten.

Mit Hilfe eines kleinen Rosenbohrers wird die Markierung der Bohrlöcher vorgenommen. Prinzipiell sollten 2 Pinstifte in die Kavität appliziert werden. Die Pinlokalisierung sollte, wie bereits erwähnt, soweit wie möglich zervikal, parapulpär und jeweils am mesialen und distalen Kavitätenrand, sowohl bei vitalen als auch devitalen Zähnen erfolgen, um die gesamte Schaftlänge der Pins im Zahnhartgewebe optimal zu befestigen. Mit Hilfe der Pinlochbohrer werden die Bohrlöcher bei geringer Drehzahl rechtwinklig zur Zahnachse und bei gegebener Pulpenausdehnung auch etwas approximal divergierend in die Zahnhartsubstanz hergestellt.

Die Bohrung sollte so tief erfolgen, bis sich die plane Fläche der Auflageplatte sichtbar an der Dentinegrenze markiert. Nach ausführlichem Säubern und Trockenlegung der Kavität werden mit Hilfe des Applikationsinstrumentes die Cervix-Pins aus dem Tray entnommen und mit dünnflüssigen Phosphatzement unter leichtem Druck in die entsprechenden Bohrungen eingebracht. Nach der Aushärtungsphase werden die überschüssigen Zementreste vorsichtig mit einer Sonde entfernt ohne dabei die Opakerschicht der Retentionsteile zu beschädigen. Bei vitalen Zähnen bzw. bei tieferliegenden Kavitäten empfehlen sich die Verwendung einer dünnen Schicht Kalzium-Hydroxid und eine dünne Unterfüllung aus Phosphat- oder Glasionomerzement.

Kavitätenränder und Retentionsflächen der Pins sollten von Unterfüllung frei bleiben, um die Haftung des Komposits nicht zu beeinträchtigen. Die Verwendung von Dentineadhäsiven in dem problematischen Bereich des dentinalen Kavitätenrandes ist dringend notwendig.

Die weiteren Arbeitsschritte erfolgen analog dem üblichen Procedere beim Legen einer Kompositfüllung bzw. entsprechend der Herstellerangaben. Die Pinoberfläche muss immer mit Komposit, auch nach dem Poliervorgang bedeckt sein. Deshalb lassen sich die anatomischen Verhältnisse meist nicht originalgetreu rekonstruieren, da besonders bei flachen Kavitäten das Durchschimmern bzw. das Freilegen der Pins nur durch verstärktes Auftragen von Komposit kompensiert werden kann. Die freie Modellation der Füllung sollte aus eigenen Erfahrungen gegenüber der Verwendung von Zervikalmatrizen bevorzugt werden.

Schwierigkeiten gibt es bei der Farbauswahl zwischen der Kombination von freiliegenden Zahnhälsen mit bereits überkronten Zähnen.

Der Erfolg der gelegten Füllungen wird begründet durch den Einsatz des Cervix – Pin – Systemes, das eine sichere mechanische Retention der zervikalen Füllungen herstellt. Beim Auftragen von Bond und erfolgter Lichtpolymerisation auf die Opakerschicht der Pins kann die Dispersionsschicht jederzeit aktiviert und die Haftung des Komposits erreicht werden. Laut Untersuchung von Roth (1994) ist in der praktischen Verarbeitung ein rechtwinkliger Übergang der dentinbegrenzten Kavitätenränder zu empfehlen. Zu dünn auslaufende Kompositränder zeigen häufige Frakturen innerhalb des Komposits und führen zur Verschlechterung der Randverhältnisse.

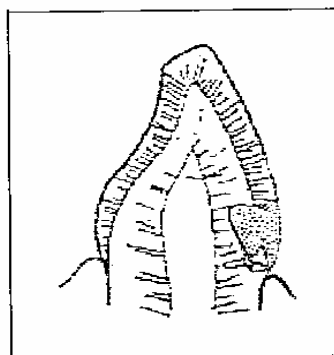


Abbildung 56: Kavitätenform und Cervix Pin-Positionierung in der Schnittdarstellung

6. Diskussion

Keilförmige Defekte und andere Läsionen in der Zahnhalsregion treten aufgrund oralhygienischer Maßnahmen immer häufiger auf, da letztere oft mit falscher Putztechnik (horizontales Schrubben) ausgeführt werden.

Bei der Wahl des Füllungsmaterials zur Behandlung zervikaler Läsionen der Zahnhautsubstanz sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

1. Lokalisation des Defektes (Front- oder Seitenzahnbereich, Schmelz, Schmelz-Zement-Grenze, Wurzel)
2. Ausdehnung des Defektes
3. ästhetische Anforderungen
4. Mundhygiene, Ernährung, Motivierbarkeit des Patienten
5. wirtschaftliche Gegebenheiten (Hickel 1994, Heidemann 2001).

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass die Pinretention einer zervikalen Kompositfüllung neue Möglichkeiten für eine ästhetisch langfristige Versorgung großer keilförmiger Defekte bietet. Es kam zu keinem Verlust von pinretinierten Füllungen. Deshalb konnte auch auf eine Überlebensanalyse nach Kaplan-Meier verzichtet werden.

Zukünftige Entwicklungen sollten aber zur Verbesserung von Dentinadhäsiven führen, die eine Schrumpfung von Kompositen bei der Polymerisation verhindern. Damit könnten bei den Untersuchungen beobachtete Mängel des Randschlussverhaltens bei ausgedehnten keilförmigen Defekten, deren Kavitätenrand nicht auf den Zahnschmelz begrenzt ist, reduziert oder vermieden werden.

Das Cervix-Pin-System bietet hier eine alternative Lösung bei ausgedehnten Defekten.

Der Cervix – Titan - Pin mit PCR-Beschichtung ist ein parapulpärer Miniaturpin mit gestrahlten dentinalen Teil zum Einzementieren.

Sein Kopf ist spezialbeschichtet und garantiert einen spaltfreien dauerhaften Verbund zum Komposit. Eine Veränderung bzw. Verfärbung des Komposits durch bakterielle Einflüsse über einen Perkolationsspalt zwischen Stift und Füllungsmaterial ist nicht möglich.

Durch die zahnfarbene Beschichtung ist auch keine ästhetische Beeinträchtigung der Restauration zu befürchten.

Die Haftkraft von 2 Cervix-Pins im Dentin entspricht der Retention von ca. 5 mm² angeätztem Schmelz.

Roth (1990/1994) und Musil (1988) sehen in der pinretinierten Kompositfüllung eine Möglichkeit zur langfristigen Versorgung von Klasse V Kavitäten.

Andere Autoren (Krejci et al. 1993, Haller 1992) richteten ihr Augenmerk auf die Weiterentwicklung von Dentinhaftvermittlern.

Klinische Studien von Haller (1992) zur Komposit-Dentinhaftung der Klasse V Füllungen zeigen, dass mit modernen Dentinhaftvermittlern zum Teil sehr hohe initiale Haftfestigkeiten erzielt werden. Sowohl bei konventionellen als auch bei neueren Dentinhaftvermittlern führte die Anwendung der Ätztechnik am Schmelz zu einer Erhöhung der Retentionsrate. In einer Zweijahres-Studie mit Superbond betrug die Retentionsrate von Klasse V Füllungen über 2 Jahre ca. 98%. Doch jedem noch so guten Komposit - Dentinverbund wirken die aus der Polymerisationsschrumpfung des Komposits resultierende Zugspannungen entgegen. Chemisch härtende Komposite kommen wegen der Porosität der Oberfläche trotz geringerer Schrumpfrate nicht in Frage. Haller sieht eine aufwendigere, aber durchaus praktikable Alternative bei der Versorgung von Klasse V Kavitäten in der Herstellung von direkten Kompositinlays.

Krejci et al. (1992) setzten eine neues Dentinhaftmittel zur Verbesserung von Klasse V Kavitäten in Verbindung mit verschiedenen Insertionsverfahren des Kompositmaterials ein. Es kam die plastische Füllungstechnik und die Versorgung mit direkten adhäsiven Sofortinlays aus Komposit zur Anwendung. Die Resultate der quantitativen REM-Randanalyse zeigten, dass die Inlaytechnik der direkten Füllungstechnik bezüglich des Randschlussverhaltens im Dentin signifikant überlegen war.

Die im Test erzielten Fortschritte geben zwar Anlass zu vorsichtigem Optimismus. Sie sind jedoch aufgrund der komplizierten und für die Verarbeitungsfehler anfälligen Applikationstechnik für die Praxis nicht unproblematisch. Wandel (1995) versorgte keilförmige Defekte mit adhäsiv verankerten Keramikinlays. Er erzielte gute ästhetische Erfolge aufgrund der werkstofflichen Eigenschaften des Keramikmaterials. Jedoch konnte auch er über Spaltbildungen bedingt durch die Polymerisationsschrumpfung beim Verbund zwischen Kunststoff und Dentin berichten. Erger (1992) schrieb über den Einfluss verschiedener Dentinhaftmittel -Komposit -Kombinationen auf die Randqualität von Klasse V Füllungen mit rechtwinkliger Stufe im Dentin. Auch er verwies auf die Problematik der Polymerisationsschrumpfung unabhängig von der Kavitätenpräparation.

Frankenberger et al. (1996) führte in – vitro - Untersuchungen zu Dentinadhäsiven der vierten Generation durch. Ziel der Studie war es, die Dentinhaftung sowie die Zuverlässigkeit von Komposit- und Kompomeradhäsivsystemen zu untersuchen.

Unter Anwendung der Techniken “wet bonding“ und „total etching“. erzielte Syntac (vivadent/Schaen) die beste Bindung zum Dentin.

Diese Untersuchungsergebnisse sollten jedoch in einer Langzeitstudie unter praxisrelevanten Bedingungen getestet werden.

Als Kompromiss sind Sandwichfüllungen aus Glasionomerunterfüllung und Kompositdeckfüllung zur Versorgung von Klasse V-Kavitäten zu bewerten, deren Bedeutung mit der Verbesserung der Dentinadhäsive zurückging. Über entsprechende Erfahrungen berichteten Reich (1992,1991) sowie Völkl (1989).

7. Schlussfolgerungen

- Trotz intensiver Bemühungen und werkstofflichen Fortschritten auf dem Gebiet der Dentinhaftung, durch Verbesserung der Dentinbenetzung mit hydrophilen Primern und konsequente Nutzung der chemo-mikro-mechanischen Retentionsmöglichkeiten, ist es bis heute nicht gelungen die optimale und sichere Methode zur zahnfarbenen Restaurationen von zervikalen Läsionen zu finden
- Die Auswertungen dieser vorliegenden Arbeit zeigen hinsichtlich Liegedauer von 5 Jahren, Randspaltverhalten und ästhetischen Ansprüchen pinretinierter Füllungen durchweg positive Ergebnisse bei der Beurteilung in vivo. Die Verwendung des Cervix-Pin-Systems in Verbindung mit dem Komposit „Charisma“ und der entsprechenden Dentinadhäsion ist eine Möglichkeit, große keilförmige Defekte ästhetisch langfristig zu versorgen. Durch die anwenderfreundliche Praktikabilität ist die Durchführung für den Zahnarzt leicht erlernbar und der zusätzlich erforderliche Aufwand gering.
- Der Erfolg dieser Therapieform liegt in der Positionierung der Cervix-Pins. Die einzementierten Pins erreichen über die plane, rechtwinkelige Anordnung der Auflagefläche eine zusätzliche Fixierung und stellen bei optimaler Lokalisation einen Gegenpol des dentinalen Randes zur stabilen Verbindung am Schmelz dar. Weiterhin wird die Polymerisationsschrumpfung der Komposite besser kompensiert. Die bei dem Schrumpfungsprozess entstehende Spannung wird nicht nur allein auf den apikalen Kavitätenrand (Grenzfläche Dentin/Komposit) übertragen, sondern im Bereich Pin-Schmelzrand vergleichbar mit einer mit von Schmelz allseitig umgebenen Füllung ausgeglichen.
- Die adhäsive Verankerung von Füllungen im Phasengrenzbereich von Schmelz und Dentin wird sich auch weiterhin als problematisch gestalten, da diese beiden Zahnhartgewebe hinsichtlich ihrer Grundbeschaffenheit zu unterschiedlich sind.

Erfolgt der Einsatz von Cervix-Pins bei der Versorgung von funktionell über- bzw. ehbelasteten Zähnen wird die entstehende Spannung auf tiefere Schichten der Zahnhartsubstanz verteilt und die Kontaktfläche zwischen Komposit und Zahn entlastet.

- Die Cervix Pins stellen ein zusätzliches Sicherheitskriterium dar, da die Effektivität von Dentinhaftvermittlern durch die Verteilung der Druck- und Zugkräfte unterstützt wird. Eine zusätzliche Pinretention ist auch bei weiteren Fortschritten auf dem Gebiet der Dentinhaftvermittler indiziert.
- Zu empfehlen ist der konsequente Einsatz aller verfügbaren Haftungsmechanismen (Cervix-Pins und moderne Dentinhaftvermittler), um den Erfolg der Füllung ausgedehnter keilförmiger Defekte mit lichthärtenden Kompositen langfristig zu gewährleisten.

8. Literaturzitate im Text

- 1) Leinfelder K (1992) Clinical evaluation of Charisma – A two-year-follow-up, The Kulzer Communicator, Special Update Issue, Fall 1992.
- 2) Wirz J (1984) Einige Gedanken über die Qualität von Parapulpärschrauben. Schweiz Mschr Zahmed 94: 724 – 725.

9. Literatur- bzw. Quellenverzeichnisse

- 1) Asmussen E (1983) Opacity of glassionomer cements. Acta Odont Scand 41: 155-157.
- 2.) Barry T (1992) J Dent Res 75: Abstract 1907
- 3) Baehni P, König K und Saxer UP (1992) Abrasivität von Zahnpasten, kein Risikofaktor bei sorgfältiger Putztechnik. Zahnärztl Mitt 3: 36 – 39.
- 4) Banting DW (1984) Dental caries in the elderly. Gerodontol 3: 55.
- 5) Beech DR (1995) Adhesion in the oral enviroment: biophysical and biochemical considerations. Int Dent J 28: 338.
- 6) Billings RJ (1986) Restoration of carius lesions of the root. Gerodontol 5: 43.
- 7) Böhm BE, Schütze ER, Klimm WH, Herbert J, Edelmann JK und Koch R (1991) Symptomatische Therapie zervikaler Hartschubstanzdefekte mit Dentin Adhäsivkomposit-Systemen. Schweiz Mschr Zahnmed 101: 1549 – 1558.
- 8) Bowen RL(1985) Bonding of retorative materials to dentin: The present status in the United States. Int Dent J 35: 155 – 157.
- 9) Brännström M, Mattson B und Torstenson B (1991) Materials techniques for lining composite resin restorations: a critical approach. J Dent 19: 71.

- 10) Brännström M and Johnson G (1974) Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surfaces: A scanning electron microscopic investigation. J Prosth Dent 31: 422
- 11) Brasseler: Technische Information "Parapulpäre" Pins mit PCR – bzw. FO-Retentionsteil für Komposit- und Amalgamrestaurationen. Lemgo 1988.
- 12) Brauner A und Rödig TH (1988) Bruch- und Biegefestigkeitsprüfung von parapulpären Verankerungsstiften durch Maximal- und intermittierende Dauerbelastung: Dtsch. Zahnärztl. Z 43: 839 – 842.
- 13) Buchmann GL und Klimm W (1992) Zur Histobakteriologie des Keildefektes. Dtsch Zahnärztl Z 47: 692 – 693.
- 14) Castagnola L, Wirz J und Garbergoglio R (1975) Die Schmelzätzung für die konservierende Zahnbehandlung. Schweiz Mschr Zahnheilk 85: 975 – 977.
- 15) Charbeneau GT and Bozel RR (1982) Clinical evaluation of a glassionomer cement for restoration of cervical erosion, J Am Dent Assoc 98: 936-939.
- 16) Courtade GL (1979) Stiftverankerungen in der konservierenden und prothetischen Zahnheilkunde (Kap.1).Verlag Quintessenz, Berlin 15-18.
- 17) Dau B und Albers HK (1989) Zementierbare und geklebte Parapulpärstifte als Alternative zu selbstschneidenden Schrauben. ZWR 98: 952 – 954.
- 18) Dilts WE, Welk DA and Stovall J (1968) Retentive properties of pin materials in pin-retained silver amalgam restorations. J Am Dent Assoc 77: 1085.

- 19) Engel B (1987) Untersuchungen über die Ausprägung sowie den physikalischen Zustand der Zahnhartgewebe bei Abrasion, Erosion und keilförmigen Defekten. [Med Dissertation] Universität Leipzig.

- 20) Engels HB und Nowke C (1993) Aus der Sicht der Praxis (Speicheltests). Zahnärztl Mitt 14: 31 – 32.

- 21) Enoch JD (1963) Retention of dental amalgam by stainless steel pins. Thesis, University of Michigan.

- 22) Erger J (1992), Einfluss verschiedener Dentinhaftmittel-komposit-kombinationen auf die Randqualität von Klasse V-Füllungen mit rechtwinkliger Stufe. [Med Dissertation] Universität Münster.

- 23) Fejerskov O and Nyvad B (1986) Pathology and treatment of dental caries in the aging individual. In: Holm-Pedersen, P.: Geriatric Dentistry. Munksgaard, Kopenhagen S. 238.

- 24) Finger W (1974) Die Wärmeausdehnung von Composite-Füllungsmaterialien und ihre klinische Bedeutung. Schweiz Monatsschr Zahnmed 84: 630 - 647.

- 25) Flynn M (1979) Clinical evalutaiton of cervident and ASPA in restoring teeth with cervicalabrasions, Oper Dent 4: 118-120.

- 26) Frankenberger R, Finke C und Krämer N (1996) Fortschrittliche Konzepte mit modernen Materialien. Dtsch Zahnärztl Z 51: 169 - 183.

- 27) Friedrich K, Heidemann D, Stender E und Ketterl W (1986) Korrosion an parapulpären Stiften. Dtsch Zahnärztl Z 41: 813.

- 28) Fuks AB, Hirschfeld Z and Grajower R (1985) Marginal Leakage of cervical resin restorations with a bonding agent. J Prosth Dent 54: 654 – 657.

- 29) Galindo Y (1980) Stress-induced effects of retentive pins. A review of the literature. J Prost Dent 40: 183 -184.
- 30) Götze W und John HD (1985) In vitro provozierte Korrosionserscheinungen bei unterschiedlichen parapulpären Stiften. Dtsch Zahnärztl Z 40: 283.
- 31) Going RE (1966) Pin-retained amalgam. J Am Dent Ass 73, 619.
- 32) Goldstein PM (1966) Retention pins are friction-locked without use of cement. J Am Dent Ass 73, 1103.
- 33) Hahn P, Schaller HG, Götze W und Hellmann S (1993) Das Randschlussverhalten zervikaler Keramikinlays in vitro. ZWR 102: 345 –348.
- 34) Haller, B (1992) Aktueller Stand der Komposit-Dentinhaftung. Dtsch Zahnärztl Z 82: 86 – 97.
- 35) Haller B, Klaiber B und Secknus A (1987) Randschluß zervikaler Kompositinlays in vitro. Dtsch Zahnärztl Z 45: 296 – 299.
- 36) Hand JS Hunt RH and Reinhardt JW (1986) The prevalence and treatment implications of cervical abrasion in the elderly. Gerodontics 2: 167 – 170.
- 37) Hänggi D, Hefti AF und Rateitschak KH (1990) Randschluß bei Restaurationen von Klasse-V-Läsion, Glasionomerzement und Komposit. Schweiz Mschr Zahnmed 100: 29 – 37.
- 38) Hansen EK (1982) Contraction pattern of composite resins in dentin cavities. Scand J Dent Res 90: 480 – 483.

- 39) Heidemann D (2001) Amalgamfreie Füllungstherapie. Urban & Fischer, München, Jena (2001), S. 111 – 123.
- 40) Heymann H'O, Sturdevant JR Bayne S, Wilder AD, Sluder TB and Brunson D (1991) Examining Tooth Flexure Effects on cervical restorations. A two-year clinical study. J Am Dent Assoc 122:41.
- 41) Hickel R (1994) Die zervikale Füllung Dtsch Zahnärztl Z 49: S. 13 – 19.
- 42) Hickel R (1992) Der kariöse Zahnhals Dtsch Zahnärztl Z 47: 654-658.
- 43) Hofmann M (1990) (Hrsg. Silicoater-Symposium. Hüthig, Heidelberg.
- 44) Hotz PR (1987) Erosion de Zahnschmelzes. Schweiz Monatsschr. Zahnmed 97: 219 – 222.
- 45) Hotz PR (1980) Die Verarbeitung von Glasionomerzement. Schweiz Mschr Zahnheilk 90:1070-1077.
- 46) Janda R (1992) Polymere Materialien für adhäsive prophylaktische und restaurative Maßnahmen. ZWR 7: 498.
- 47) Jung J (1955) Die Elastizität der harten Zahnschmelzen als Ursache von Misserfolgen bei der Füllungstherapie. Dtsch Zahnärztl Z 10: 16 - 26.
- 48) Klimm W und Graehn G (1993) Der keilförmige Defekt. Quintessenz Verlag Berlin.
- 49) Körber KH (1962) Die elastische Deformierung menschlicher Zähne. Dtsch Zahnärztl Z 17: 691 – 698.
- 50) Kreijci I, Kuster M and Lutz F (1993) Influence of Dentinal Fluid and Stress on Marginal Adaption of Resin Composites. J Dent Res 72: 490.

- 51) Kreijci I, Sägasser D und Lutz F (1992) Optimierung der Dentinhaftung in gemischten Klasse-V-Kavitäten. Schweiz Mschr Zahnmed 102: 32 – 37.
- 52) Kullmann W und Dasch W (1991) Wurzeloberflächenkaries –Epidemiologie, Ätiologie und Behandlungsmöglichkeiten. Zahnärztl Prax 42: 414.
- 53) Kullmann, W (1990) Grundlagen zahnärztlicher Restaurationskunststoffe. Atlas der Zahnerhaltung. Hanser, München – Wien.
- 54) Lee WC and Eakle WS (1984) Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. J Prosthet Dent 52: 374 –380.
- 55) Lutz F, Podzum W und Rumann F (1980) Dentinoberflächenreinigung und -haftung. Eine Literaturübersicht der Abteilung KAR/PAR/PZM. Universität Zürich.
- 56) Martin EF and O'Rourke M (1993) Marginal seal of cervical tooth-coloured restorations. A Laboratory investigation of placement techniques. Aust Dent J 38: 102.
- 57) Markley MR (1958) Pin reinforcement and retention of amalgam foundations and restorations. J Am Dent Ass 56: 675.
- 58) McLean JW and Wilson AD (1977) The clinical development of the glass-ionomer cement. I. Formulation and Properties. Aust Dent J 22: 31.
- 59) Mc Lean JW und Wilson AD (1974) Die klinische Entwicklung von Glasionomerkementen. Schweiz Mschr Zahnheilk 84: 697 – 708.
- 60) Lindhe J and Nyman S (1975) The effect of plaque control and surgical pocket elimination on the establishment and maintenance of periodontal health. A longitudinal study of periodontal therapy in cases of advanced disease. J. Clin Periodontol 2: 67.

- 61) Meyer G, Podehl M, Douglas WH und Hampel AT (1992) Randschluß verschiedener Füllungsmaterialien im Zahnhalsbereich. Dtsch Zahnärztl Z 47: 685 -688
- 62) Meyer G, Dawid E und Schwartz P (1991) Zur Pathomorphologie keilförmiger Defekte. Dtsch Zahnärztl Z 46: 629 – 632.
- 63) Mellberg JR(1986) Demineralization and remineralization of root surface caries. Gerodontol 5: 25.
- 64) Mierau HD (1992) Der freiliegende Zahnhals. Dtsch Zahnärztl Z 47: 643 –653.
- 65) Mierau HD und Völk W (1987) Der keilförmige Defekt. In: Bayerische Landes Zahnärztekammer (Hrsg.): Bayerischer Zahnärztetag 1987 Prophylaxe-Parodontologie-Prothetik. Quintessenz, Berlin. S. 89.
- 66) Mierau HD und Spindler T (1984) Beitrag zur Ätiologie der Gingivarezessionen. Dtsch Zahnärztl Z 39: 634.
- 67) Musil R und Tiller HJ(1988) Der Kunststoff-Metall-Verbund in der zahnärztlichen Prothetik. (Zahnärztl.Fortbildung: N. F.3) JA Barth, 1. Aufl. Leipzig .
- 68) Musil R und Tiller HJ(1985) Die Haftung von Dental-Kunststoffen auf Metalloberflächen. Das Kulzer Silicoater - Verfahren. 2. Aufl. Kulzer, Wehrheim.
- 69) Neumeyer S, Gernet W, Kappert HF, Hellekes E und Bötsch H (1993) Verbesserte Retention parapulpärer Stifte in Kompositen durch Haftvermittler. Dtsch Zahnärztl Z 48: 105 – 108.
- 70) Neumeyer S, und Gernet W (1989) Parapulpäre Stifte – PCR und FO – Pinsysteme. Dtsch Zahnärztl Z 7: 742 – 746.

- 71) Nyvad B (1986) Konservierende Zahnheilkunde im Alter. In: Bayrische Landeszahnärztekammer (Hrsg.): Bayrischer Zahnärztetag . Quintessenz S. 71.
- 72) Nyvad B and Fejerskov O (1982) Root surface caries: clinical, histopathological and microbiological features and clinical implication. *Int Dent J* 32: 312 – 314.
- 73) Ott RW und Pröschel P (1985) Zur Ätiologie des keilförmigen Defektes. Ein funktionsorientierter und experimenteller Beitrag. *Dtsch Zahnärztl Z* 40, 1223 – 1227.
- 74) Paul SJ und Schärer P (1993 a) Scherfestigkeit von Dentinhaftmitteln unter intrapulparem Druck und Temperaturwechsel. *Schweiz Mschr Zahnmed* 103: 709.
- 75) Paul SJ und Schärer P (1993 b) Factors in dentin bonding. Part 1: a review of the morphology and physiology of human dentin. *J Esthet Dent* 5-5-8.
- 76) Phillips RW (1982) *Science of Dental Materials*, 8th ed Saunders, Philadelphia.
- 77) Quist V (1983) The Effect of Mastication on Marginal Adaptation of Composite Restorations in vivo. *J Dent Res* 62:904.
- 78) Reich E, Schmalz G and Glatz HJ (1992) Factors affecting the bonding of glassionomer cement to composite resin. *J Dent Res* 71: 136.
- 79) Reich E und Völkel H (1991) Glasionomerzement und Sandwich-Füllungen nach zwei Jahren in vivo. *Dtsch Zahnärztl Z* 46: 161-164.
- 80) Reich E, Schmalz G und Syndikus S (1989 a) Klinischer Vergleich unterschiedlicher Zahnhalsfüllungen nach einem Jahr. *Dtsch Zahnärztl Z* 45: 292 – 296.
- 81) Reich E und Völkl H (1989 b) Der Randspalt kombinierter Füllungen aus Komposit und Glasionomerzement in vitro. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 421-425.

- 82) Roth R (1994) Untersuchung zur Optimierung der Therapie keilförmiger Defekte mit Kompositen durch Einsatz von Cervix-Pins [Med Dissertation] Universität Jena.
- 83) Roulet JF (1986) Die zervikale Füllung. Dtsch Zahnärztl Z 41: 730 – 734.
- 84) Schaeken MJM (1991) Effects of fluoride and chlorhexidine on the microflora of dental root surfaces and progression of root-surface caries. J Dent Res 70 :150.
- 85) Schmid H, Lutz F und Hirsbrunner F (1986) Klasse-V-Füllungen mit Super-Bon, 2-Jahres-Resultate. Schweiz Monatsschr Zahnmed 96: 679-687
- 86) Seichter U (1986) REM-Untersuchungen über den zervikalen Randspalt bei Komposit-Restaurationen mit Haftvermittlern. Dtsch Zahnärztl Z 41, 739.
- 87) Seichter U und Herforth A (1980) Vergleichende rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen über die Randspaltbreite verschiedener Composites und über die diesbezügliche Wiedergabegenauigkeit unterschiedlicher Replica. Dtsch Zahnärztl Z 35: 511.
- 88) Sidler P (1982) In-vitro-Untersuchung der Löslichkeit und des Abdichtungsvermögens von drei Befestigungszementen. [Med Dissertation] Universität Zürich.
- 89) Smales RJ (1991) Longevity of low- and high-copper amalgams analyzed by preparation class, tooth site, patient age and operator. Oper Dent 16: 162.
- 90) Smith GE (1991) Surface morphologie changes of glass-ionomers due to acid etching. J Dent Res 65 : 344, Abstr. No. 1575.
- 91) Spiekermann H und Küpper H (1992) Titan: Ein neuer Dentalwerkstoff für prothetische Restaurationen? Zahnärztl Mitt 7: 56 – 66.

- 92) Standlee JP, Caputo A and Hanson EC (1978) Retention of endodontic dowels: Effects of cement, dowel length; diameter and design. J Prost Dent 39: 400 – 405.
- 93) Vanherle G, Lambrechts P and Braem M (1991) An evaluation of different restorations in cervical lesions. J Prost Dent 65: 341.
- 94) Völkl W, Mierau HD, Biehl P, Dornheim G und Reithmayer CH (1987) Beitrag zur Ätiologie der keilförmigen Defekte. Dtsch Zahnärztl Z 42: 499 – 504.
- 95) Wandel D (1995) Die Versorgung keilförmiger Defekte mit adhäsiv verankerten Keramikinlays – eine In-vitro –Studie. [Med. Dissertation] 1995.
- 96) Watson PA and Gilmore HW (1971) Use of pins for retaining amalgam restorations: A synopsis. J Dent Assoc S Afr 26:79.
- 97) Wirz J (1984) Einige Gedanken über die Qualität von Parapulpärschrauben. Schweiz Mschr Zahnmed 94: 724.
- 98) Wirz J (1986) Parafix – eine neue Parapulpärschraube. Schweiz Mschr Zahnmed 96: 661.
- 99) Wirz J, Johner M und Poehler O (1980) Korrosionsverhalten verschiedener Schrauben und Stifte im Wurzelkanal. Schweiz Mschr Zahnheilk 90: 217 – 242
- 100) Wöltgens JHM Vingerling P, Blicke-Hogervorst JMA and Bervoets DJ (1985) Enamel Erosion and Saliva. Clinical Prev Dent 7: 8-10.
- 101) XY, Davis EL, Joynt RB and Wieczkowski G (1992) Origination and progression of microleakage in a restoration with a smear layer-mediated dentinal bonding agent. Quintess Int 23:551.

10. Anhang:

Für den Behandlungsablauf sind zusätzlich folgende Materialien notwendig:

- **Adhesive bond II;** Heraeus-Kulzer GmbH, D-6393 Wehrheim
- **Cervix-System;** Gebr. Brasseler GmbH D-4920 Lemgo
- **Charisma;** Heraeus-Kulzer GmbH, D-6393 Wehrheim
- **Denthesive II;** Heraeus-Kulzer GmbH, D-6393 Wehrheim
- **Esticid-Gel;** Heraeus-Kulzer GmbH, D-6393 Wehrheim
- **Finierdiamant** (weiß) ISO Nr. 806314 164494 014; Gebr. Brasseler GmbH, D-4920 Lemgo
- **Finierdiamant** (rot) ISO Nr. 806 314 164514 014; Gebr. Brasseler, GmbH D-4920 Lemgo
- **Präparierdiamant** ISO Nr. 806314142524014. Brasseler GmbH, D-4920 Lemgo
- **Präparierdiamant** ISO Nr. 806314001514014; Gebr. Brasseler GmbH, D-4920 Lemgo
- **Translux CL;** Heraeus-Kulzer GmbH D-6393 Wehrheim

11. Danksagung

Herrn Prof. Dr. Musil danke ich herzlich für die freundliche Überlassung des Themas.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Küpper für die Übernahme der Promotionsarbeit, die ich aus persönlichen Gründen unterbrechen musste.

Bei Herrn Prof. Dr. Glockmann bedanke ich mich herzlich für die freundliche Unterstützung und für die Durchsicht des Manuskriptes.

Mein Dank richtet sich an Herrn Dr. Engels, Frau Schäfer und Frau Zolper für ihre tatkräftige Mitarbeit.

Diese Arbeit ist meinen Eltern gewidmet.

12. Curriculum vitae

13. Juni 1959	NOWKE, Cornelia geb. Groh Klingenthal
1965 - 1973	Polytechnische Oberschule in Ronneburg
1973 - 1977	Erweitere Oberschule II in Gera
1977	Abitur
1977 - 1982	Studium der Zahnmedizin an der FSU- Jena
1982	Approbationserteilung – Dipl. Stomat.
1982 - 1986	Poliklinik Stomatologie Merseburg
1988 - 1989	Betriebspoliklinik Fernsehwerk Berlin
seit 1991	Praxis Dr. Engels (Bonn) - Entlastungsassistentin

Bonn, den 12. Februar 2004

.....
Cornelia Nowke

13. Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena bekannt ist,

ich die Dissertation selbst gefertigt und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönlichen Mitteilungen und Quellen meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben: Prof. Dr. Musil, Prof. Dr. Glockmann,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Bonn, den 24. Mai 2005

.....
Cornelia Nowke